

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XIV. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1901.

An unsre Mitarbeiter und Leser.

Während des laufenden Jahrganges hat unsre Zeitschrift durch den Hingang des einen ihrer Mitbegründer, des Direktors Dr. BERNHARD SCHWALBE, einen schweren Verlust erlitten.

Mit dem Schlusse des Jahres löst sich auch das Band, das den andern Mitbegründer der Zeitschrift, Herrn Professor Dr. ERNST MACH, bisher mit uns verknüpft hat. Die Gründe, die ihn zum Ausscheiden aus dem Lehramt an der Wiener Universität bewogen haben, lassen es ihm auch geboten erscheinen, auf die ständige Mitwirkung zu verzichten, die uns bisher berechtigt hat, seinen Namen mit Stolz an die Spitze unsrer Zeitschrift zu setzen. Wir sollen fortan ohne das äußere Zeichen des Zusammenhanges mit dem verehrten Manne unsern Weg gehen. Was sein Name uns bedeutet, wird durch den Hinweis auf die wertvollen Beiträge, die er der Zeitschrift gespendet hat, nur zu einem kleinen Teil bezeichnet. Er bedeutet uns vielmehr ein Prinzip, zu dem wir uns allezeit bekannt haben: das Prinzip historisch-kritischer und eben damit zugleich echt wissenschaftlicher Durchdringung des Unterrichtsstoffes. Den Dank, den wir dem um die Förderung unserer Bestrebungen hochverdienten Manne schulden, können wir nicht besser zum Ausdruck bringen als durch die Versicherung, daß wir uns bemühen werden, auch in Zukunft dem von ihm so glänzend und wirksam vertretenen Prinzip treu zu bleiben. —

Vom Beginn des nächsten Jahrganges an werden andre Kräfte dem Herausgeber helfend und ratend zur Seite stehn, die den Lesern der Zeitschrift als bewährte Mitarbeiter seit lange bekannt sind: Herr Professor Dr. A. HÖFLER in Wien, Herr Professor O. ORTMANN und Herr H. HAHN in Berlin. Wir hoffen, daß diese Neuordnung den Zielen der Zeitschrift förderlich sein und ihr die alten Freunde erhalten wird.

Der Herausgeber
Prof. Dr. F. Poske.

Die Verlagsbuchhandlung
Julius Springer.

**Ein Apparat zur Lehre von den Drehmomenten und den
Bedingungen des Gleichgewichts.**

Von

Hans Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

Der Apparat besteht aus einer schweren, dreifüßigen eisernen Säule, an welcher zum Nachweise der Sätze von den Drehmomenten eine gut ausgeglichene eiserne Scheibe *S* (Fig. 1) leicht drehbar angebracht wird. Auf dieser Scheibe sind 15 concentrische Kreise mit 1—15 cm Halbmesser verzeichnet, und der Rand der Scheibe

ist mit kleinen Löchern versehen, durch welche die an den Enden der Schnuren befindlichen Messingstiftchen gesteckt und hinten quer über gelegt werden. Bei der Anordnung eines Gleichgewichtsversuches (algebraische Summe der Drehmomente = Null) werden zunächst die Fäden, die lotrecht herabhängen sollen, an der Scheibe festgemacht (P_3 in Fig. 1), wobei man bei offener Sperre a die Scheibe S so einstellt, daß der Faden jenen Kreis berührt, der den gewünschten Kraftarm zum Halbmesser hat. Dann wird die Sperre bei a geschlossen und die Scheibe dadurch festgelegt. Nun werden die übrigen Kräfte angebracht, indem man die Fäden über die an dem Rahmen R verschiebbaren Rollen (r_1 und r_2) legt, sie an dem einen Ende mit den entsprechenden Gewichten belastet und mit dem anderen Ende so an einem der

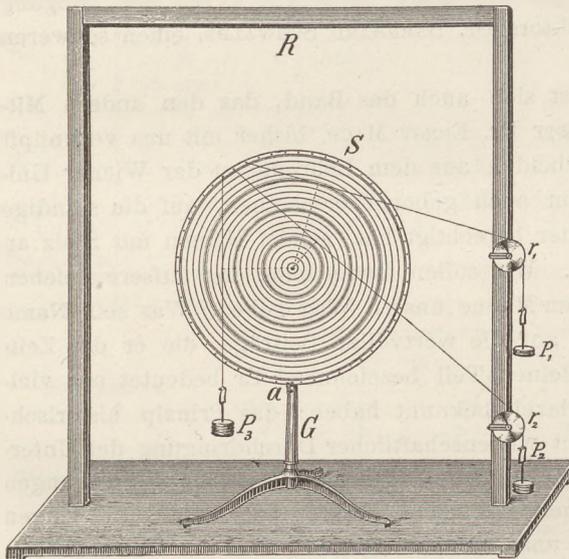


Fig. 1.

Löcher in der Scheibe S befestigt, dass der Faden wenigstens annähernd den dem gewünschten Kraftarme entsprechenden Kreis berührt. Die Einstellung auf genaue Berührung erfolgt sodann durch Verschieben der Rolle r am Rahmen R . In Fig. 1 sind die Drehmomente der drei Kräfte

$$\begin{aligned} P_1 \varrho_1 &= +2 \times 15 = +30 \\ P_2 \varrho_2 &= +3 \times 6 = +18 \\ P_3 \varrho_3 &= -4 \times 12 = -48, \end{aligned}$$

sodafs also die algebraische Summe dieser Momente gleich Null ist. Ist diese Einstellung erzielt, was in der angegebenen Weise sehr bequem und rasch erfolgt, so öffnet man die Sperre bei a und zeigt das herrschende Gleichgewicht, das natürlich sofort gestört wird, wenn man (durch Ab-

nehmen oder Zulegen eines Scheibengewichtes) eine Kraft oder (durch Verschieben einer Rolle) einen Kraftarm und dadurch das betreffende Drehmoment verändert. Das Gleichgewicht ist selbstverständlich ein labiles. Dreht man die Scheibe aus der Gleichgewichtslage etwas heraus, so ändern sich die Drehmomente und das Gleichgewicht besteht nicht mehr.

Als Beispiel für die Verwendung der Momentenscheibe sei folgende Versuchsreihe angeführt:

a) Versuche mit einer Kraft.

1. Die an dem einen Ende durch ein Gewicht (P_1) belastete Schnur wird an einem Loche der Scheibe befestigt und sodann durch Drehen der Scheibe so eingestellt, daß sie durch den Mittelpunkt geht. (Der in der Mitte der Scheibe eingesetzte Stift wird bei diesem Versuche, sowie bei den Bewegungs-Versuchen über Drehmomente herausgezogen.) Die Drehwirkung ist gleich Null.

2. Durch Drehen der Scheibe wird das Gewicht einmal auf positives, das andere Mal auf negatives Moment gebracht und der entgegengesetzte Drehsinn in beiden Fällen gezeigt.

3. Indem man bei unveränderter Kraft aus verschiedenen Anfangsstellungen, d. h. mit verschiedenen Kraftarmen, die Drehung beginnen läßt, zeigt man zunächst ohne Messung, daß die Drehung desto energischer eintritt, je größer der Kraftarm ist.

b) Versuche mit zwei Kräften.

1. Man ordnet (bei gesperrter Scheibe) zwei Kräfte so an, daß sie gleiches, aber entgegengesetztes Drehmoment besitzen, also etwa die Kraft P_1 aus Fig. 1 vom Momente $+2 \times 15 = +30$ und eine Kraft $P_2 = 5$ mit dem Arme 6 und dem Momente -30 . Hierauf löst man die Sperrung bei a und zeigt das Gleichgewicht.

Dieses Gleichgewicht wird nicht gestört, wenn man die Schnur des Gewichtes P_1 am rechten Scheibenrande so befestigt, daß der Kraftarm unverändert bleibt, oder wenn man die Kraft P_1 durch eine andere Kraft von gleichem Momente ($+30$), also z. B. durch eine Kraft 3 am Arme 10, ersetzt. Aus diesen Versuchen ergeben sich die Sätze: Zwei Kräfte lassen sich hinsichtlich ihrer Drehwirkungen durch einander ersetzen, wenn sie gleiches und gleich gerichtetes Drehmoment besitzen. — Zwei Kräfte heben sich in ihrer Drehwirkung auf, wenn sie gleiche, aber entgegengesetzte Drehmomente besitzen.

2. Bringt man zwei Kräfte von verschiedenem und entgegengesetztem Drehmomente an, so zeigt sich stets eine Drehwirkung im Drehsinn des größeren Momentes.

c) Versuche mit drei und mehreren Kräften.

1. Bringt man mehrere Kräfte derart an, daß die algebraische Summe ihrer Drehmomente gleich Null ist, so herrscht Gleichgewicht. Fig. 1 zeigt eine solche Anordnung, neben welcher beispielsweise noch folgende empfohlen seien:

$$\begin{array}{rclclcl}
 +2 \times 10 & +4 \times 4 & -6 \times 6 & = & 0 & & \\
 +4 \times 15 & -6 \times 6 & -3 \times 8 & = & 0 & & \\
 -5 \times 14 & +4 \times 12 & +2 \times 11 & = & 0 & & \\
 +5 \times 13 & -3 \times 7 & -4 \times 11 & = & 0 & & \\
 +3 \times 11 & +2 \times 15 & -7 \times 7 & & -1 \times 14 & = & 0 \\
 +5 \times 5 & +6 \times 7 & -2 \times 11 & & -3 \times 15 & = & 0 \\
 +1 \times 14 & +3 \times 6 & -2 \times 10 & & -4 \times 3 & = & 0 \\
 +5 \times 15 & -2 \times 11 & -3 \times 6 & & -7 \times 5 & = & 0 \\
 +6 \times 15 & -4 \times 5 & -2 \times 14 & & -7 \times 6 & = & 0
 \end{array}$$

u. s. w.

2. Bringt man mehrere Kräfte an, deren Momentensumme nicht gleich Null ist, so zeigen dieselben eine Drehwirkung in dem durch das Vorzeichen jener Momentensumme bestimmten Drehsinne. Durch das Hinzufügen einer Kraft, deren Moment jener Momentensumme numerisch gleich, aber entgegengesetzt ist, wird wieder das Gleichgewicht hergestellt.

Versuche über das Kräftepolygon. (Fig. 2.)

Eine Cartonscheibe, auf welcher das durch den Versuch zu bestätigende Kräftepolygon verzeichnet ist (eine beiderseits mit Kräftepolygone versehene Scheibe liegt dem Apparate bei), wird auf die bei a gesperrte Scheibe gelegt, wobei man, um eine Rolle zu ersparen, R bzw. $-R$ lotrecht einstellen kann. Sodann wird die Cartonscheibe durch drei kleine Klemmen befestigt. Ein kleiner Ring aus Messing, von welchem die Gewichtsschnuren ausgehen, wird nun um den in der Mitte der Scheibe aufgesteckten Stift gelegt; hierauf werden die über Rollen geführten oder frei herabhängenden Schnüre mit den aus dem verzeichneten Kräftepolygon ersichtlichen Gewichten belastet und durch Verschiebung der Rollen in die vorgezeichnete Richtung gebracht. Da der den gemeinsamen Angriffspunkt der Kräfte darstellende Messingring indessen durch den Stift an der Scheibe festgehalten wird, so kann man die ganze Anordnung in bequemster und raschster Weise und doch vollständig genau durchführen. Sind die Schnuren mit der Figur in Übereinstimmung gebracht, so

zieht man den Stift aus der Scheibe und hebt dadurch die Arretierung des Ringes auf, der jedoch seine Stellung nicht verändert und dadurch das bestehende Gleichgewicht anzeigt.

Selbstverständlich könnte man auch den Versuch über das Kräfteparallelogramm in derselben Weise durchführen. Da jedoch bei drei Kräften das Kräfte-

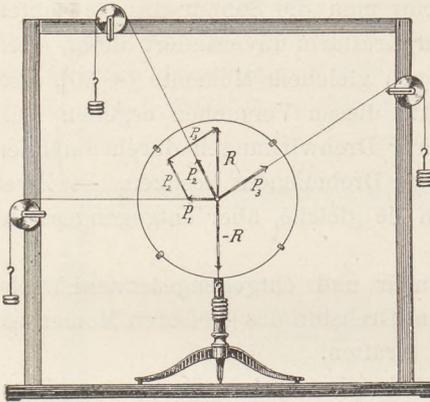


Fig. 2.

dreieck (durch seine drei Seiten) vollständig bestimmt ist, so ist hier die Arretierung des Angriffspunktes bei Anordnung des Versuches nicht nötig. — Wer aber weiß, wie schwierig es ist, auch bei nur vier Kräften bei beweglichem Angriffspunkte die richtige Einstellung für ein vorgezeichnetes Kräftepolygon zu erzielen, wie genau man hierfür am Rahmen die Stellung der einzelnen Rollen bezeichnet haben muß, wird in der angegebenen Versuchsanordnung, welche ohne jede Vorbereitung ganz mühelos und doch vollständig genau den Nachweis des Kräftepolygons zu erbringen gestattet, eine wesentliche Erleichterung für den Experimentalunterricht kennen.

Versuche über das Gesetz des Hebels und des Wellrades.

An demselben Ständer G läßt sich nach Wegnahme der Scheibe S eine Hebelstange mit 24 in gleichen Abständen von einander angebrachten Querstiften oder ein

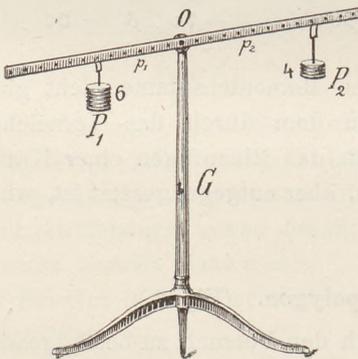


Fig. 3.

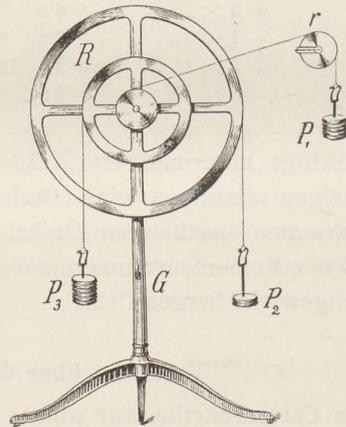


Fig. 4.

aus drei Rädern von den Durchmessern 4, 10 und 20 cm bestehendes Wellrad anbringen, wie dies aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich ist. Hebelstange und Wellrad sind, um das „Verziehen“ zu vermeiden, aus Metall gearbeitet.

Versuche über die Wirkung einer Einzelkraft und eines Kräftepaares auf einen freien Körper.

Als „freier Körper“ dient uns der Hebelstab, dessen Gewicht durch ein Gegengewicht g (Fig. 5) ausgeglichen ist. Dieses Gegengewicht besteht aus einer durch einen Deckel verschließbaren Blechbüchse, welche nach Bedarf mit Schrot gefüllt wird¹⁾

¹⁾ Dadurch kann diese Hülse auch anderweitig zum Gewichtsausgleiche benutzt werden.

Zum Ausgleiche des Hebelgewichtes dient statt der Schröte eine dem Apparate beigegebene, in die Hülse passende Bleiwalze. Da die Versuche dieser Reihe mit kleinen Kräften vorgenommen werden, so muß das Auftreten störender Nebenkräfte achtsam vermieden werden. Für die nach aufwärts wirkenden Kräfte werden daher Fäden f verwendet, welche einerseits einen Haken b , andererseits einen Stift a tragen, welche genau gleich schwer sind und zur Anbringung am Hebel, bezw. zur Aufnahme der Gewichte dienen. (Solche ausgeglichene Fäden empfehlen sich auch für alle anderen, ähnlichen Versuche.) Der Hebelstab ist bei S in einer Scheere drehbar aufgehängt. Zur Vornahme der Versuche dienen Haken (P) aus Messingdraht von 20 g Gewicht. Wird ein solcher Haken im Punkte S , d. i. im Schwerpunkte des Hebelstabes, angebracht, so tritt eine rein fortschreitende Bewegung ein, indem sich der Hebelstab in der Richtung der wirkenden Kraft parallel verschiebt. Bringt man dagegen einen Haken P seitwärts vom Schwerpunkte, an einem Querstifte des Hebelstabes an, so bewegt sich der Schwerpunkt S in der Richtung der wirkenden Kraft, also lotrecht abwärts; zugleich aber tritt eine Drehbewegung des Stabes um seinen Schwerpunkt ein, deren Drehsinn sich ändert, wenn das Gewicht P nach der anderen Seite des Schwerpunktes verlegt wird.

Bringt man endlich in der durch Fig. 5 veranschaulichten Weise ein Kräftepaar, bestehend aus den beiden Hakengewichten P, P an, so zeigt sich, daß der Stab eine rein drehende Bewegung um seinen in Ruhe verbleibenden Schwerpunkt beginnt. Hierbei wird man, indem man die Angriffspunkte der beiden Gewichte P vertauscht, die Richtung der eintretenden Drehung umkehren und durch Veränderung des Kraftarmes die Energie der Drehbewegung verändern können. Am schönsten und instruktivsten verläuft der Versuch bei kleinen Drehmomenten, weil sich dabei infolge der langsamen Drehung die Schnur f nicht so rasch schräg stellt, wie bei größeren Momenten. Aus gleichem Grunde empfiehlt es sich, den Abstand des Hebels von den Rollen möglichst groß zu wählen, also bei dem Versuche, zu welchem man den Rahmen R aus Fig. 1 benutzt, den Hebelstab nicht zu hoch schweben zu lassen.

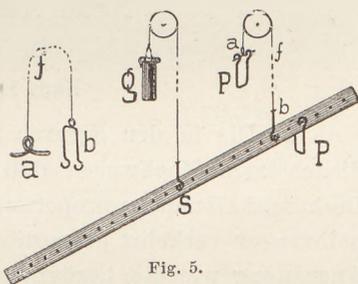


Fig. 5.

Versuche über Stützendrucke.

Der Nachweis der Stützendrucke und die Bestätigung diesbezüglicher Berechnungen durch den Versuch sollte nach meiner Meinung nicht nur an Schulen technischer Richtung, sondern an allen Mittelschulen vorgeführt werden. Ein Beispiel für solche Versuche zeigt Fig. 6. Der durch das Gegengewicht g ausgeglichene Hebelstab ist auf zwei Stützen m und n gelagert und durch mehrere Gewichte belastet. Legt man statt der einen Stütze einen Finger unter den Stab, so spürt man den ausgeübten Druck und kann zunächst darauf hinweisen, daß man mit dem Finger einen Gegendruck ausüben muß, wenn Gleichgewicht herrschen soll. Der gleiche Gegendruck (Stützendruck) muß von der Stütze ausgehen, wenn der Träger im Gleichgewichte bleiben, also genügend unter-

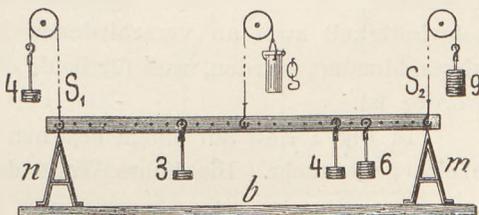


Fig. 6.

stützt sein soll. Die Größe dieser Stützendrucke berechnet sich in unserem Beispiele nach den Momentengleichungen:

$$\begin{aligned} S_1 \times 24 - 3 \times 16 - 4 \times 6 - 6 \times 4 &= 0 & S_1 &= 4 \\ -S_2 \times 24 + 6 \times 20 + 4 \times 18 + 3 \times 8 &= 0 & S_2 &= 9 \\ & & & (\text{Probe } S_1 + S_2 = 3 + 4 + 6). \end{aligned}$$

Bringt man daher bei S_1 eine lotrecht nach aufwärts wirkende Kraft von 4 Gewichtseinheiten an, so kann man die Stütze n wegnehmen, ohne daß der Träger aus dem Gleichgewichte kommt, ein Zeichen, daß dieser nach aufwärts gerichtete Druck (als Gegendruck der gepressten Stütze) schon früher da war.

Bringt man statt 4 Gewichten 3 oder 5 Gewichte an, so sieht man, daß der Träger nicht im Gleichgewichte bleibt — eine Ergänzung des Versuches, die man nicht unterlassen sollte. In gleicher Weise wird bei S_2 der Stützendruck durch Gewichte (9) ersetzt und dadurch nachgewiesen¹⁾.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß man im Unterrichte zuerst den einfachen Fall der Belastung des Trägers durch eine einzige Last behandeln und dann erst zu mehrfachen Belastungen übergehen wird. Dort, wo man den Momentsatz nicht benutzen kann, wird man sich mit der Zerlegung jeder einzelnen Belastung in zwei Parallelcomponenten behelfen müssen.

Neue Aufsätze zur Schwungmaschine.

Von

Haus Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

1. Die in den Figuren 1 und 3 abgebildeten Aufsätze zur Schwungmaschine dienen zum Nachweise, daß die Fliehkraft bei constanter Umdrehungszahl dem Drehungshalbmesser proportional, bei constanter Geschwindigkeit aber dem Drehungshalbmesser verkehrt proportional ist. Die Aufsätze zeigen im wesentlichen die gleiche Anordnung wie die bezüglichen WEINHOLDSCHEN Apparate, nur wird die Größe der Fliehkraft nicht durch abgeschleuderte Kugeln, sondern durch die Menge des aus gleich weiten Glasröhrchen herausgetriebenen Wassers bestimmt. Dies hat mehrfache Vorteile. Zunächst verläuft der Versuch nicht als „Augenblickerscheinung“, sondern es kann das in übersichtlichster Form verbleibende Ergebnis des Versuches eingehend betrachtet und erörtert werden. Dann kann aus dem Versuchsergebnisse nicht nur auf das „Größer oder Kleiner“ der Fliehkräfte geschlossen werden, es drückt sich vielmehr auch die Proportionalität der Fliehkräfte in den entleerten Höhen der Glasröhrchen aus. Und endlich entfällt der bei Verwendung der Kugeln vorhandene Übelstand, daß bei einer irgendwie verursachten ruckweisen Steigerung der Geschwindigkeit zwei an verschiedenen Halbmessern angebrachte Kugeln gleichzeitig abgeschleudert werden, weil für beide die maximale Geschwindigkeit plötzlich erreicht worden ist.

In Fig. 1 sind auf einem eisernen Querstück je drei Glasröhrchen von gleicher Weite angebracht. Die lichte Weite der drei rechtsstehenden ist ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal

¹⁾ Der im Vorstehenden beschriebene Apparat wird vom Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg, Deutschböhmen, gebaut und kostet ausschließlich des Rahmens R , der Rollen r (in Fig. 1) und der Scheibengewichte M . 58,70. Für Rahmen, Rollen und Scheibengewichte werden die üblichen Preise berechnet. Auf Verlangen werden von genannter Firma auch einzelne Teile des Apparates geliefert.

Ähnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke MPQ und MNA folgt. Aus dieser Ähnlichkeit aber ergibt sich die Proportion

$$h : \rho = F : G,$$

also

$$h = \frac{F \cdot \rho}{G}.$$

Nehmen wir ein Flüssigkeitsteilchen vom Gewichte 1, so vereinfacht sich die Gleichung, und es ist

$$h = F \cdot \rho$$

Nun ist ja aber h nichts anderes als die nach beendetem Versuche zu beobachtende Senkung des Flüssigkeitsspiegels, der sich in die Lage ab einstellt. Aus der vorstehenden Gleichung ist daher ersichtlich, daß bei gleicher Röhrenweite die Höhe h der (in der Gewichtseinheit entwickelten) Fliehkraft proportional ist, also unmittelbar als Maß der letzteren betrachtet werden kann.

Der Ausdruck für h läßt aber auch erkennen, daß bei verschiedener Röhrenweite ρ unter sonst gleichen Umständen h und ρ direkt proportional sind, was aus dem in Fig. 1 dargestellten Versuchsergebnisse unmittelbar ersichtlich wird, wenn man die am gleichen Halbmesser rotierenden Röhren verschiedener Weite mit einander vergleicht.

Fig. 3 zeigt den bekannten WEINHOLDSCHEN Versuch unter Anwendung der besprochenen Röhren statt der Kugeln. Die drei auf der großen Scheibe befestigten Röhren zeigen wie in Fig. 1 die Proportionalität zwischen Fliehkraft und Drehungshalbmesser bei gleicher Umdrehungszahl. Vergleicht man aber die beiden Röhren mit einander, welche sich am Umfange der zwei durch einen Riemen verbundenen drehbaren Scheiben befinden, so zeigt sich die verkehrte Proportionalität zwischen Fliehkraft und Drehungshalbmesser bei gleicher Geschwindigkeit. Denn das Wasser hat in beiden Röhren die Geschwindigkeit des umlaufenden Riemens; in dem Umfangsröhren der kleineren Scheibe wird aber doppelt so viel Wasser herausgeschleudert wie in dem Umfangsröhren der zweimal so großen Scheibe.

Zu beachten ist noch, daß unmittelbar nach Beendigung der Drehung die Flüssigkeitsoberflächen in allen Röhren etwas schräg stehen, da sich die wagrechte Oberfläche erst allmählich gestaltet. In Fig. 3a ist ein neues Modell einer Schleudertrommel (S. diese Zeitschrift, X 125) dargestellt, das bei der Vorführung gleichfalls von dem Schutzcylinder (Fig. 1) umgeben wird¹⁾.

2. Vorrichtung zum Nachweise, daß bei gegebener Umdrehungszahl die Fliehkraft dem Massenmomente proportional ist. Die Vorrichtung besteht aus einem an der Schwungmaschine anzubringenden kleinen gußeisernen Teller, der in der Richtung eines Durchmessers eine ungefähr 15 mm breite Nut besitzt, die zur Aufnahme eines Stabes aus Magnalium dient. Die Bewegung des in der Nut leicht verschiebbaren Stabes wird durch ringförmige Plättchen begrenzt, gegen welche ein in der Mitte des Stabes aufgesetzter Messingstift anschlägt. Der Magnaliumstab hat beiderseits (in den Abständen 1, 1,5, 2 und 3) vier mit Schraubengewinden versehene Löcher, in welche Stahlstifte von den Gewichten 1, 2 und 3 (15, 30 und 45 g) ein-

¹⁾ Die beschriebenen Aufsätze werden vom Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg (Deutschböhmen) angefertigt, der auch auf Wunsch Weinholdsche Scheiben mit Anzeigeröhren versieht. Der Aufsatz nach Fig. 1 kostet M. 9,30, der nach Fig. 3 M. 22, der Schutzcylinder samt anschraubbarem eisernen Träger (Fig. 1) M. 8,60.

geschraubt werden können. Stellt man zunächst den unbelasteten Stab so ein, daß der Messingstift genau in der Mitte steht (was bei Übereinstimmung der an dem Magnaliumstabe und an dem Teller angebrachten Marken der Fall ist), so bleibt der Stab bei der Rotation im Gleichgewichte, sodafs man also für alle folgenden Fliehkrafts-Versuche den Stab aufser betracht lassen kann. In Fig. 4 ist eine Reihe von Versuchen dargestellt, die sich unter Verwendung des zweiten Stahlstiftes von 30 g noch erweitern lassen. Das erste Bild zeigt gleiche Massen mit ungleichem (und mit gleichem) Halbmesser. Im zweiten Bilde ist die Anbringung ungleicher Massen am gleichen Halbmesser angedeutet und die Anordnung für gleiche Massenmomente dargestellt, welche auch bei den folgenden Figuren vorhanden ist. In diesen letzteren Fällen behält der Stab während der Drehung seine anfängliche Lage, während er bei ungleichen Massenmomenten gleich bei Beginn der Drehung nach der Seite geschleudert wird, auf der das gröfsere Massenmoment vorhanden ist. Der Vorrichtung, die sehr genau arbeitet, sind zwei Stahlstifte zu 30 g und je ein Stift zu 15 g und 45 g beigegeben.

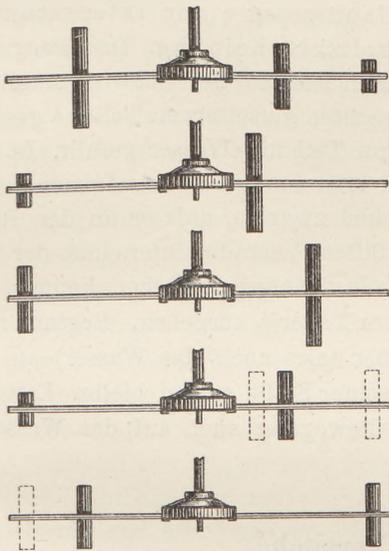


Fig. 4.

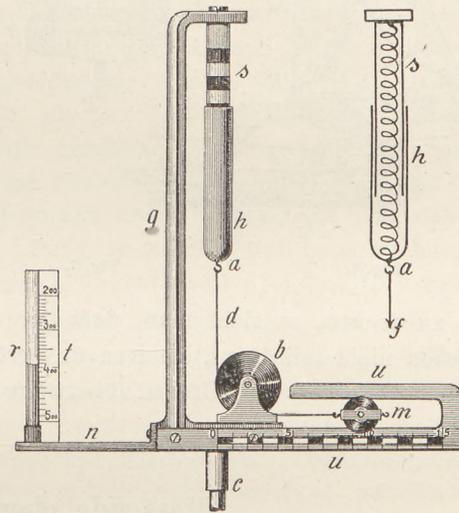


Fig. 5.

3. Zur unmittelbaren Bestimmung der Fliehkraftsformel dient ein Apparat, der bereits in Band X 124 dieser Zeitschrift beschrieben ist. Hier sei in Kürze eine Vervollkommnung desselben angegeben, die aus der nebenstehenden Figur 4 ersichtlich ist. An dem Apparat ist ein Arm n angebracht, der ein Glasröhrchen r trägt, das vor Beginn des Versuches mit Wasser gefüllt wird. Nach dem Versuche zeigt die Höhe des Wasserspiegels an der empirischen Skala t jene Tourenzahl an, welche zur Zeit der raschesten Drehung bestand. — Die Masse m , deren Fliehkraft bestimmt wird, ist jetzt auf ein Gewicht von 19,6 g herabgesetzt, sodafs die Masse $m = 0,002$ ist. Als Anleitung zur Durchführung der Versuche diene folgendes Beispiel.

Man versetzt den Apparat auf der Schwungmaschine in Drehung, indem man die Geschwindigkeit allmählich steigert, bis an der Skala s z. B. eine Fliehkraft von etwas über 400 g (schätzungsweise 410 g) abgelesen wird. Dann bringt man den Apparat zur Ruhe, zieht das Gewichtchen m soweit nach rechts, bis an der Skala s die beobachtete Ablesung (410 g) erscheint und liest nun an der Skala u den Drehungshalbmesser r ab. Derselbe wird sich in unserem Falle gleich $115 \text{ mm} = 0,115 \text{ m}$

ergeben. An dem Röhrechen r lesen wir die Tourenzahl $n = 399$ ab, welche zur Zeit der stärksten Rotation herrschte. Setzen wir nun diese Werte in die Fliehkraftsformel $F = \pi^2 m r n^2 / 30^2 = 0,010966 m r n^2$ ein, so erhalten wir $F = 0,010966 \times 0,002 \times 0,115 \times 399^2 = 0,402 \text{ kg} = 402 \text{ g}$, also einen Wert, der mit der an der Skala s abgelesenen Fliehkraft (410 g) mit befriedigender Genauigkeit übereinstimmt. — Will man eine andere Form der Fliehkraftsgleichung, z. B. $F = m v^2 / r$, nachweisen, so muß man zunächst aus r und n die Geschwindigkeit v berechnen.

4. In Fig. 6 ist eine Abänderung des in dieser Zeitschrift (X 125) beschriebenen Apparates dargestellt. Die Tropfvorrichtung ist hier nicht an dem rotierenden Kegel, sondern an dem Schutzcylinder C angebracht und besteht aus einem kleinen Trichter,

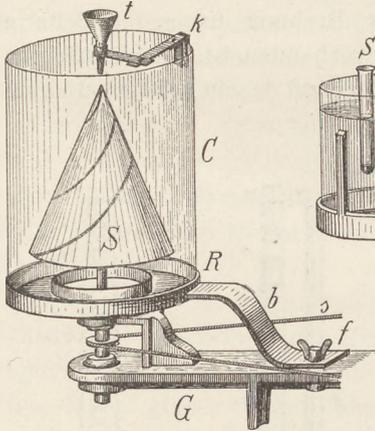


Fig. 6.

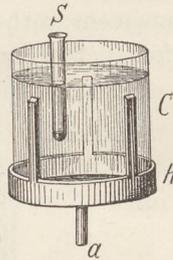


Fig. 7.

der die eingefüllte Flüssigkeit in einzelnen Tropfen austreten läßt. Durch zwei Gelenkstücke kann der Trichter genau über die Spitze des Kegels eingestellt werden.

5. Fig. 7 zeigt eine Vorrichtung zum Nachweise einer interessanten Trägheitserscheinung. Das Glasgefäß C wird in den an der Schwungmaschine angebrachten gußeisernen Teller h gestellt und zum Teil mit Wasser gefüllt. In das Wasser läßt man einen Schwimmer S tauchen, und zwar so, daß er an den Rand des Gefäßes C , gerade hinter einen der drei lotrechten Ständer zu stehen kommt, die von dem Teller h ausgehen. Beginnt man

nun zu drehen, so sieht man, daß der Schwimmer (also auch das Wasser) an der Rotation nicht teilnimmt, sondern unverrückt an seiner Stelle stehen bleibt. Erst allmählich, bei längerem Drehen, überträgt sich die Bewegung auch auf das Wasser¹⁾.

Messende chemische Versuche.

Von

Prof. Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg.

Um beim Unterrichte Gase aufzufangen, zu messen und in Reaktion treten zu lassen, verwende ich an Stelle der pneumatischen Wanne seit längerer Zeit tubulierte Glasglocken, welche in hinreichend weiten und hohen Standcylindern in Wasser stehen und mittelst eines Hahnenrohrs von oben her gefüllt werden. Diese Vorkehrung hat zunächst das Gute, daß man dabei nicht mit den Händen ins Wasser braucht und weder ein Nebengehen von Gas, noch ein Umfallen des Rezipienten zu befürchten hat. Ferner läßt sich durch Heben oder Senken der Glocke die Pressung ändern und der Innendruck gleich dem Aussendruck machen, wodurch die genaue Abmessung und die Herstellung bestimmter Gemenge von Gasen ungemein erleichtert wird. Ein anderer günstiger Umstand ist der, daß das Gas aus der Glocke beliebig in den Entwickler zurücktreten kann, während bei Verwendung der pneumatischen

¹⁾ Angefertigt werden die beschriebenen Aufsätze vom Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg (Deutschböhmen), der Apparat Fig. 4 für M. 15, Fig. 5 für M. 40, Fig. 6 für M. 20, Fig. 7 für M. 8.

Wanne Wasser eindringen würde. Ebenso kann man das Gas aus der Glocke ohne weiteres in einen anderen Rezipienten, z. B. eine Gaspipette, hinüberdrücken. Endlich lassen sich in schmalen tubulierten Glocken auch ziemlich lösliche Gase, wie CO_2 , Cl_2 , SH_2 , fast ohne Verlust auffangen und längere Zeit aufbewahren. Sogar SO_2 wird nur langsam verschluckt, wenn man eine möglichst anschließende Korkscheibe auf dem Sperrwasser schwimmen läßt. Nebenbei kann man die Löslichkeit genannter Gase gut anschaulich machen, dadurch daß man sie durch Schütteln mehr oder weniger schnell zum Verschwinden bringt.

Bei der Vorführung der chemischen Wirkungen eines Gases, z. B. bei den gewöhnlichen Sauerstoffexperimenten, können in tubulierten Glocken alle Volumveränderungen sichtbar gemacht werden. Man füllt sie etwa zu $\frac{2}{3}$ und stellt sie bei Niveaugleichheit fest. Die einzuführenden Löffelchen, Spiralen u. s. w. stecken mittelst Glasröhren in einem gut schließenden Kautschukstopfen. Verbrennt man so z. B. ausgeglühte Holzkohle in Sauerstoff, so zeigt sich nach dem Abkühlen das Gasvolum unverändert. Im Gegensatz dazu bringt ein Wasserstoffflämmchen, das man an seinem mit gelinder Reibung im Stopfen sitzenden Brennerrohr nach und nach in die Höhe zieht, das Gas fast zum Verschwinden. Eine Kerze erzeugt Wasserdampf und Kohlensäure unter erheblicher Volumverminderung¹⁾. Ein Holzstäbchen hingegen läßt das Volum trotz starker Wasserbildung fast unverändert, woraus folgt, daß es selber soviel Sauerstoff chemisch gebunden enthält, als zur Verbrennung des Wasserstoffs erforderlich ist. Diese und andere Experimente gewinnen bei der gedachten Versuchsanordnung einen quantitativen Charakter ohne Einbuße an Zeit und Mühe und ohne Beeinträchtigung der Übersichtlichkeit. Und gerade dieser Umstand ist von nicht zu unterschätzender pädagogischer Bedeutung. Denn es kann selbst beim chemischen Anfangsunterricht nicht genug zur Anschauung gebracht werden, daß alle Vorgänge an ganz bestimmte Volum- und Gewichtsverhältnisse gebunden sind und daß damit gerade das eigentliche Wesen des chemischen Prozesses gekennzeichnet ist, während die Licht- und Wärmeeffekte nur äußerliches Beiwerk sind.

Nach dieser allgemeinen Bemerkung sei nunmehr ein besonders für messende Versuche bestimmter, geschlossener Glockenapparat beschrieben und abgebildet, dessen Anordnung und Abmessungen sich im praktischen Unterrichtsbetrieb als zweckmäßig erwiesen. Er besteht aus zwei schmalen tubulierten Glasglocken *A* und *A'* von 5 cm Weite, 35 cm lichter Höhe und etwas über 600 ccm Fassung (Fig. 1, S. 332). Jede ist durch einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen mit je zwei nur 2 mm weiten Hahnenrohren *B*, *C* und *B'*, *C'* verschlossen, von denen je eines, nämlich *C* und *C'*, mit einem 50 cm langen, kapillaren Schlauche versehen ist. Die Glocken sind, vom Stopfen beginnend, in gut sichtbarer Weise von 10 zu 10 ccm geteilt. Sie stehen in 8 cm weiten, 40 cm hohen Standcylindern bis an den Hals in Wasser und füllen sich bei geöffneten Hähnen vollständig mit Wasser, während sie, ganz mit einem Gase gefüllt, etwa bis zur Hälfte ihrer Länge über den Cylinder hervorragen, ohne daß Wasser überfließt.

Um die Glocken in jeder beliebigen Höhe feststellen zu können, dienen Klemmringe, bestehend aus 2 cm breiten Streifen Messingblech, welche, in der aus Fig. 2

¹⁾ Die Zündung bewirkt man zweckmäßig mittelst eines am Docht durch feinen Eisendraht befestigten Stückchens Zunder. Die nur 2 cm lange Kerze wird mit Asbestpapier umwickelt in das aus einem halben Fingerhut bestehende Löffelchen gesteckt. Der Wasserstoffbrenner ist ein an seinem Ende mit Thon ausgekleidetes Glasrohr, ähnlich dem unten bei Versuch 5 beschriebenen und abgebildeten.

ersichtlichen Weise gebogen, bei x und y verlötet sind, bei z durch einen Schieber zusammengepreßt werden können. Inwendig ist der Ring mit Tuch ausgekleidet, sodafs die eingespannte Glocke mit geringer Reibung schweben bleibt, wenn die drei Flügel des Ringes auf den Cylinderrand zu liegen kommen.

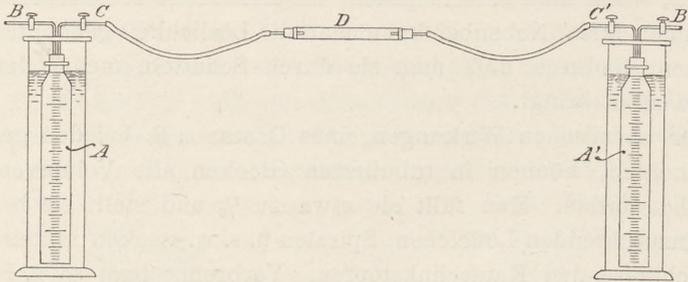


Fig. 1.

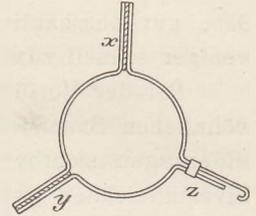


Fig. 2.

Beide Glocken werden durch das Reactionsrohr D zu einem System vereinigt, und es ist ohne weiteres klar, wie man ein bestimmtes Gasvolum einführen und durch Heben oder Senken beliebig von der einen zur anderen hin und her befördern kann. Bei den meisten Experimenten ist D ein 2 cm weites und nur 20 cm langes Rohr aus strengflüssigem Glase¹⁾.

Versuche.

I. Luftanalyse und Verbrennung.

1. Man bringt in das Rohr D etwa 1 g zusammengeknülltes Magnesiumband und hinter dasselbe etwas lockeren Asbest, um das aufgewirbelte Oxyd zurückzuhalten. In A zieht man genau 500 ccm Luft und schließt beide Hähne. Inzwischen ist das Rohr zum Glühen erhitzt, wobei beide Hähne der anderen Glocke zum Auslassen der expandierten Luft offen sind. Nun schließt man diese und stellt A' mittelst des Klemmrings auf Saugen, öffnet C und läßt durch vorsichtiges Aufdrehen von C' die Luft in langsamem Strom nach A' hinübertreten. Das Magnesium verbrennt dabei unter glänzender Lichterscheinung, und wenn A entleert ist, enthält A' nur 390 bis 400 ccm Stickgas. Sofort wird der Versuch noch zweimal wiederholt, was nur wenige Minuten in Anspruch nimmt. Das vor dem Versuche auf der Wage tarierte Rohr hat nach dem Erkalten — wobei es zerspringt — eine Gewichtszunahme von 0,44 g erfahren.

2. Statt des Magnesiums wird Kupfer angewandt, welches sich ohne Feuererscheinung oberflächlich in schwarzes Oxyd verwandelt. Dieser Versuch verläuft weit ruhiger und vollkommen exakt, sodafs man genau 79 % Stickgas erhält.

Ich verwende hierbei an Stelle des porösen Kupfers, wie es gewöhnlich zu Analysen benutzt wird, jetzt den als Lametta bekannten Christbaumschmuck. Derselbe besteht aus Kupfer; die dünne Vergoldung oder Versilberung verschwindet beim ersten Oxydieren und nachmaligem Reduzieren. Dasselbe wird päckchenweise zwischen den Handflächen verfilzt, in ein Verbrennungsrohr eingerammt, im Luftstrom geglüht und durch Leuchtgas reduziert. Erst nach dieser Vorbereitung ist es hinreichend weich, sodafs es in das Rohr D mit Hilfe zweier Ladestöcke so fest eingerammt werden kann, dafs fünf Päckchen einen nur 8 cm langen dichten Pfropf von 30 g Gewicht bilden, der dreimal 500 ccm Luft von ihrem Sauerstoff zu befreien vermag.

¹⁾ Der obige Apparat wurde von der Firma Max Kähler & Martini, Berlin, geliefert.

Das durch Reduktion wieder hergestellte Kupferlametta muß vor der Wiederverwendung aufgelockert werden. Dies Lametakupfer hat für Unterrichtszwecke den Vorzug, daß es von den Schülern ohne weiteres als Kupfer angesehen wird, was, wie ich mich oft überzeugt habe, bei dem mattroten, körnigen und zerreiblichen Analysenkupfer keineswegs der Fall ist.

3. Führt man die zuvor beschriebenen Versuche nicht mit Luft, sondern mit reinem Sauerstoff aus, so verschwindet das Gas vollständig.

4. Beschickt man das Rohr mit einer 3 cm langen Schicht gekörnter vorher längere Zeit heftig ausgeglühter Holzkohle und treibt in der angegebenen Weise Sauerstoff hindurch, so tritt in die andere Glocke ein gleiches Volum Kohlendioxyd. Es sei bemerkt, daß gewöhnliche Holzkohle wegen eines kleinen Wasserstoffgehalts beim Verbrennen unter Wasserbildung ein etwas zu geringes Volumen Kohlendioxyd liefert. Ferner ist darauf zu achten, daß die Verbrennung nur langsam bei Hellrotglut vor sich geht; bei Weißglut entstehen erhebliche Mengen Kohlenoxyd unter Vergrößerung des Volums.

5. Es ist eingangs bereits erwähnt, daß durch Einführen einer Wasserstoffflamme in eine Glocke mit reinem Sauerstoff das Gas zum Verschwinden gebracht werden kann. Das Brennerrohr geht mit seiner Spitze durch einen in den Tubulus passenden Kautschukstopfen und wird, wenn das Sperrwasser steigt, nach und nach in die Höhe gezogen. Auch die umgekehrte Verbrennung läßt sich mit der nämlichen Vorkehrung durchführen.

Indessen handelt es sich für uns hier nicht um die Thatsache der Wasserbildung und das dadurch bedingte Verschwinden der Gase, sondern um die genaue Feststellung des Volumverhältnisses, unter dem sie sich vereinigen. Bisher geschah dies mittelst Explosionseudiometern. Unser Glockenapparat ist nun geeignet, auf das deutlichste zur Anschauung zu bringen, daß sich in der ruhig brennenden Flamme Sauerstoff und Wasserstoff im Volumverhältnis 1:2 verbinden. Zu dem Zweck erhält die Glocke *A* einen Stopfen und ein Hahnenrohr der beistehenden Form (Fig. 3). In das vertikale Rohrstück sind oben zwei dünne Platindrähte eingeschmolzen, die bis an ihre unteren, ein wenig aus der Mündung hervorragenden Enden in Glaskapillaren stecken und, mit einem kleinen Induktionsapparat verbunden, den zündenden Funkenstrom erzeugen. Um das Zusammenschmelzen des Glases zu verhindern, ist das Ende des Brennerrohrs mit feuerfestem Thon ausgefüllt. Man preßt zu dem Zweck, nachdem die Enden der Zünddrähte hakenförmig um den Rand des Rohrs gebogen, den weichen Thonpfropf ein und sticht mittelst einer Nadel die Ausströmungsöffnung hindurch. Nach dem Trocknen brennt man ihn in einer Bunsenflamme fest.

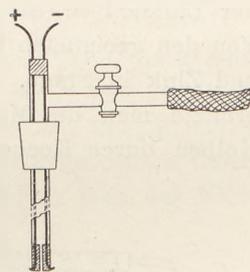


Fig. 3.

Der Versuch verläuft nun so, daß man in die andere Glocke *A'* 500 ccm reines Wasserstoffgas bringt, in *A* aber überschüssigen Sauerstoff, sagen wir ebenfalls 500 ccm. Nachdem beide direkt mittelst ihrer Schläuche verbunden und der Induktor in Gang gesetzt, läßt man den Wasserstoff langsam überströmen und verbrennen. Sobald *A'* entleert, wird man in *A* 250 ccm weniger Sauerstoff vorfinden. Als Gegenversuch dient die umgekehrte Verbrennung von 200 ccm Sauerstoff in 500–600 ccm Wasserstoff.

Diese Versuche müssen so langsam durchgeführt werden, daß nur ein kleines Flämmchen entsteht und das Mundstück rotglühend bleibt, nicht nur, um ein Zer-

springen der Glocke zu vermeiden, sondern auch, weil bei Weißglut durch Dissoziation unverbrannter Wasserstoff in die Glocke gelangen kann.

Daran knüpfte ich noch eine Warnung. Dieser Versuch gelingt nicht mit atmosphärischer Luft. Hat man Luft in der Glocke, so tritt zwar Zündung und schwache Flammenbildung ein, aber trotzdem geht fast aller Wasserstoff unverbrannt hinein. Es bildet sich also Luftknallgas und nach einer Weile erfolgt eine heftige Explosion. Diese Beobachtung ist gegen alle Voraussicht, namentlich in Hinblick auf die entsprechenden Versuche OHMANN'S¹⁾. Aber die Thatsache hat sich mir das erste Mal ernst genug bemerklich gemacht und wurde hinterher unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln wiederholt bestätigt. Die Erklärung dürfte in der abwärtsgehenden Flammenrichtung zu suchen sein, denn darin besteht der Hauptunterschied von der Versuchsanordnung OHMANN'S.

6. Ausser dem Wasserstoff dürfte von andern brennbaren Gasen einheitlicher Zusammensetzung namentlich das Acetylen wegen seiner Wichtigkeit und bequemen Herstellbarkeit in Frage kommen. Der Apparat ist der nämliche, nur dafs noch eine Hempelsche Gaspipette mit Kalilauge zu Hilfe genommen werden mufs. Gemäfs der chemischen Gleichung erfordert ein Vol. C_2H_2 3 Vol. O_2 und bildet 2 Vol. CO_2 . Dementsprechend wendet man 150 ccm C_2H_2 und 500 ccm O_2 an. Nach der Verbrennung zeigt sich in der Verbrennungsglocke eine Volumabnahme von 150 ccm. Die darin vorhandenen 300 ccm CO_2 werden sofort bestimmt, indem man das Gas in die Pipette drückt. Der nicht verbleibende Rest von 50 ccm erweist sich mit dem glimmenden Spahn als Sauerstoff.

II. Analyse des Wassers.

7. Die Zerlegung des Wasserdampfs durch brennende Metalle nach Analogie der Luftanalyse ist schon längst in den Kanon der Schulversuche aufgenommen. Von den geeigneten Metallen kommen praktisch ausser dem Magnesium nur Natrium und Zink in Frage. Um in dieser Weise gröfsere Mengen Wasserstoff darzustellen, erhitzte man die Metalle in Böhmischen Röhren und trieb aus einer Retorte oder Kolben durch Kochen Wasserdampf hindurch. Bei dieser Versuchsanordnung habe

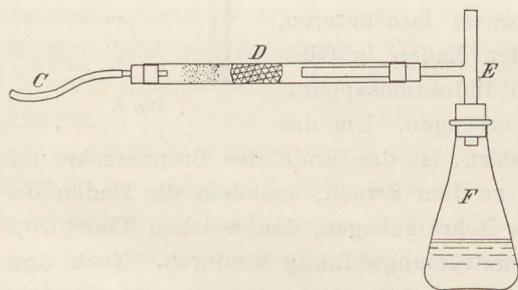


Fig. 4.

ich mehrfach Ausstände gehabt, weil der Dampfstrom nicht regulierbar ist und leicht zu stark und ruckweise erfolgt. Deshalb bin ich zur nachfolgenden Methode übergegangen. *D* (Fig. 4) ist ein Rohr wie bei Versuch 1 und ebenso mit Magnesiumband beschickt. Dasselbe ist einerseits durch den Schlauch *C* mit einer auf Saugen gestellten tubulierten Glocke der beschriebenen Art verbunden. Von der anderen Seite ragt in dasselbe der Stiel eines ziemlich weiten T-Rohrs *E* hinein, dessen abwärts gerichteter Schenkel mit der Wasser enthaltenden kleinen Kochflasche *F* verbunden ist. Nachdem man das Rohr *D* bis zur Entzündungstemperatur des Magnesiums gebracht, läßt man das Wasser lebhaft sieden, wobei der Dampf aus dem offenen Schenkel entweicht. Nun öffnet man behutsam den Hahn an der Glocke; die Saugwirkung beginnt; das Magnesium entzündet sich, und in die Glocke tritt trocknes Wasserstoffgas. Es ist

¹⁾ Diese Ztschr. XIV 11, bezw. XIII 335.

einleuchtend, daß man den Dampfstrom vollständig in seiner Gewalt hat und beliebig unterbrechen kann. Saugt man in dieser Weise zweimal 500 ccm Gas in die Glocke, so wird das vor dem Versuche tarierte Rohr nach dem Erkalten um das Gewicht von 500 ccm Sauerstoff, also bei 18° und mittlerem Druck um 0,66 g zugenommen haben.

Ich wende bei diesem Versuch 2 g blank geriebenes Magnesiumband, also einen Überschufs, an und weise die Schüler darauf hin, daß das Ableitungsrohr frei von Wasserbeschlag bleibt, solange noch unverbranntes Metall vorhanden. Läßt man es aber völlig verbrennen, so gelangt alsbald Wasser in den Schlauch.

Hier sei, obgleich eigentlich zur Gruppe IV gehörig, die Bemerkung eingeschaltet, daß nach vollständiger Verbrennung des Magnesiums die Menge des Wasserstoffs und die Gewichtszunahme geringer ist, als die Theorie verlangt. Es sollte 1 g Magnesium 925 ccm (red.) Wasserstoff geben, thatsächlich erhielt ich bei mehrfacher Wiederholung nur etwa 850 ccm. Nun gab das nämliche Metall in Normal-schwefelsäure gelöst 920 ccm Gas und sättigte vorschriftsmäßig 82,4 ccm Säure. Die wahrscheinlichste Erklärung der Differenz liegt in einer Sauerstoffaufnahme aus dem Glase. Die Röhre, welche stets in kleine Stücke zerfällt, ist inwendig völlig geschwärzt. Asbestpappe wird ebenfalls verschlackt. Demnach kann dieser Versuch nur zur Wasseranalyse, nicht zur Bestätigung des Gasvolumengesetzes Verwendung finden.

8. Die Zersetzung des Wasserdampfs durch Natrium läßt sich mittelst der nämlichen Versuchsanordnung bestens demonstrieren. Man bringt 1 g des Metalls in ein Eisenschiffchen, welches man sich leicht aus einem Schwarzblechstreifen zurecht-hämmern kann. Die Verbrennung verläuft unter Aufglühen vollkommen glatt. Man erhält ziemlich genau die theoretischen 483 ccm Wasserstoff.

III. Die Wertigkeitsverhältnisse von Chlor, Sauerstoff und Stickstoff.

9. Die wichtige Thatsache, daß ein Volum Sauerstoff mit 2 Vol. Chlor gleichwertig ist, läßt sich ebenso bequem wie exakt demonstrieren, wenn man das Rohr des genau wie bei Versuch 1 zusammengestellten Glockenapparats mit feinkörnigem gebranntem Kalk beschickt und erhitzt. Wird dann in die eine Glocke reines Chlorgas geleitet und in die andere langsam hinübergezogen, so erhält man das halbe Volum reinen Sauerstoff nach der Gleichung



10. An Stelle des Brennrohres *D* wird ein kleines U-Rohr mit 10 ccm stärkster Ammoniaklösung eingeschaltet. Treibt man nun aus der einen Glocke ein bestimmtes Volum Chlorgas hindurch, so gelangt in die andere ein Drittelvolum Stickgas nach der Gleichung $2 \text{NH}_3 + 3 \text{Cl}_2 = 6 \text{H Cl} + \text{N}_2$. Das gute Gelingen beider Versuche hängt von der Reinheit des Chlors ab. Dasselbe darf namentlich kein Kohlendioxyd enthalten, weshalb die Darstellung aus käuflichen Chlorkalkwürfeln ausgeschlossen ist. Wir werden in einer besonderen Mitteilung über die Darstellung und Handhabung des Chlors auf diesen Punkt eingehender zurückkommen.

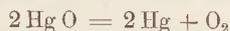
IV. Gasvolum und Molekulargewicht.

Die Mehrzahl der Experimente, bei denen es sich um die Entwicklung eines Gases, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlendioxyd, handelt, können ohne erheblichen Zeitverlust quantitativ vorgeführt werden, sodafs damit sowohl die stöchiometrischen Verhältnisse, als auch das allgemeine Gasvolumgesetz Bestätigung finden. Man braucht nur mit einer gewogenen Substanzmenge zu experimentieren und das entstandene

Gasvolum in der kalibrierten Glocke abzumessen. Dabei kann man einmal so verfahren, daß man die Einwage für $\frac{1}{100}$ bzw. $\frac{1}{50}$ Normalvolum, d. h. für 222 bzw. 444 ccm berechnet, oder man wägt jedesmal 1, 5, 10 g ab und constatiert, daß das berechnete Gasvolum zum Vorschein kommt. Die zweite Methode ist für die Unterrichtspraxis am besten geeignet, da nur ein einziges Gewichtsstück gebraucht wird. Selbstverständlich ist die genaue Abwägung der sorgfältig getrockneten Probe vor dem Unterricht vom Lehrer auszuführen. Bei der Vorführung des Versuchs bleibt nur festzustellen, daß thatsächlich 1, 5, 10 g Substanz verwendet werden, was mittelst der Klassenwage, welche nur auf 0,01 g genau zu gehen braucht, in wenigen Sekunden geschehen kann. Die einfache Berechnung des Gasvolums verläuft etwa so, wie es bei den beiden nächsten Versuchen angedeutet ist. Als Normalvolum gilt die leicht zu behaltende Zahl 22,22... L., erhalten durch Division des auf 0,09 abgerundeten Gewichts eines Liters Wasserstoff — 0,08995 g — in dessen Molekulargewicht 2.

11. Zur Darstellung des Sauerstoffs aus reinem Quecksilberoxyd erhitzt man 10 g Substanz in einem 2 cm weiten $\text{—}\text{—}$ -förmigen böhmischen Rohr, mit einer kalibrierten Glocke verbunden. Nach dem Erkalten findet man genau das berechnete Gasvolum vor.

Nach der Gleichung

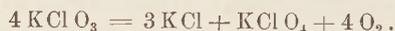


geben

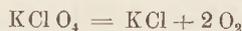
$$\begin{array}{r} 432 \text{ g} \quad 22222 \text{ ccm} \\ 10 \text{ g} \quad 22222/432 = 514 \text{ ccm.} \end{array}$$

12. Zur Bestimmung des Sauerstoffvolums, welches vom Kaliumchlorat abgegeben wird, erhitzt man 1 g des Salzes in einem etwa 15 cm langen, einerseits zugeschmolzenen gewöhnlichen Verbrennungsrohr. 2 cm oberhalb der Substanz wird, um Verluste durch Verstäubung zu vermeiden, ein Asbestpfropfen eingebracht. Dieser muß am Ende des Versuchs ebenfalls stark erhitzt werden. Der Versuch ist wegen der Kleinheit der Substanz schnell ausgeführt und liefert fast genau die theoretische Sauerstoffmenge.

Bekanntlich geschieht die Zersetzung des Salzes unter vorübergehender Bildung von Perchlorat. Die Lehrbücher sprechen von zwei Stufen; thatsächlich sind es drei. Zuerst entweicht etwa ein Drittel des Sauerstoffs unter Aufkochen der noch dünnflüssigen Masse. Darauf wird sie zäh und erstarrt, wobei sie stürmisch, zuweilen explosiv, das zweite Drittel hergiebt. Nunmehr ist die Zersetzung bis zu dem durch folgende Gleichung gekennzeichneten Grade vorgeschritten:



Der Endprozess



erfordert eine Temperatur, bei der gewöhnliches Glas erweicht.

Die Schüler erfahren nur die gewöhnliche Gleichung und rechnen darnach wie folgt:

$$\begin{array}{r} 2 \text{KClO}_3 = 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2 \\ 244,2 \text{ g geben } 66666 \text{ ccm,} \\ 1 \text{ g giebt } 272 \text{ ccm.} \end{array}$$

13. Die Messung des durch Metalle aus verdünnten Säuren entwickelten Wasserstoffs wurde von mir bereits vor Jahren (diese Zeitschr. III 122) zur Bestätigung der stöchiometrischen Gesetze empfohlen. Heute verfare ich erheblich einfacher, wie folgt. Ein Erlenmeyerkölbchen von 100 ccm Fassung aus Jenenser Glas ist mittelst einfach durchbohrten Kautschukstopfens und gebogenen Glasröhrchens mit den obigen

kalibrierten Glocken verbunden. Man lüftet den Stopfen, gießt 20 ccm 25 prozentige Salzsäure ein, wirft 1 g des betreffenden Metalls hinzu und dreht sofort den Stopfen wieder fest ein. Durch direkte Flamme wird die Auflösung, wenn nötig, beschleunigt. Nachher wird der Kolben durch Eintauchen in kaltes Wasser auf Zimmertemperatur abgekühlt. Es eignen sich Eisen, Magnesium, Zink, Aluminium in Form von Blech oder Draht dazu. Selbstverständlich müssen die Metalle nahezu chemisch rein sein. Um auch das Natrium mit heranzuziehen, was wegen seiner Einwertigkeit von Wichtigkeit ist, bringt man in das Kölbchen 20 ccm starken Alkohol und verfährt sonst wie angegeben. Die acidimetrische Bestimmung der neutralisierten Säure giebt diesen messenden Versuchen einen guten Abschluss, worüber an der angeführten Stelle bereits nähere Vorschriften zu finden sind.

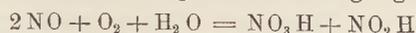
14. Die Bestimmung des Kohlendioxyds, welches aus reinen Carbonaten, z. B. carrarischem Marmor oder geglühter reiner Soda, durch Säuren entwickelt wird, läßt sich in der nämlichen Weise ausführen, wie die des Wasserstoffs, nur dafs die Probe nicht direkt eingeworfen wird, sondern in einem durch Schütteln umzuwerfenden Röhrchen. Nach der Lösung muß eine Weile gekocht werden. Die Resultate stimmen gut.

V. Reaktionen gasförmiger Körper unter einander.

Von diesen sind, abgesehen von den bereits unter I behandelten Verbrennungen, nur wenige zur quantitativen Vorführung geeignet und obendrein wegen ihrer geringen wissenschaftlichen Bedeutung und didaktischen Brauchbarkeit für den Experimentalunterricht ziemlich belanglos. Eine Ausnahme davon machen die folgenden beiden Versuche.

15. Die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff wird mit dem gleichen Apparat und in der gleichen Weise gezeigt, wie die Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff unter 5. Nur muß man immer Chlor in Wasserstoff verbrennen nicht umgekehrt. Die Glocke A mit dem Brennerrohr füllt man mit 600 ccm Wasserstoff, A mit 500 ccm reinem Chlor. Wenn das Chlor vollständig herübergetreten, ist der Wasserstoff bis auf einen Rest von 100 ccm verschwunden. Eine Probe des Sperrwassers schmeckt und reagiert sauer von aufgelöstem Chlorwasserstoff.

16. Die Wechselwirkung zwischen Sauerstoff und Stickoxyd wird gewöhnlich nur qualitativ in der Weise vorgeführt, dafs man in der pneumatischen Wanne zu dem in einem Cylinder abgesperrten Stickoxyd nach und nach Sauerstoffleitet, wobei beide Gase nach Umsetzung des zuerst entstandenen roten Dampfs mit dem Wasser ziemlich vollständig verschwinden. Das Schlufsergebnis der Vorgänge wird durch die Gleichung



festgestellt. Hiernach kommt auf zwei Volume Stickoxyd ein Volum Sauerstoff. Zur Demonstration dieser quantitativen Beziehung, sowie zur Demonstration des Vorgangs überhaupt werden beide Glocken des Apparats Fig. 1 direkt mit einander verbunden und die eine mit Stickoxyd, die andere mit etwa gleichviel Sauerstoff gefüllt. Nun stellt man die erstere auf Saugen und leitet zunächst schnell soviel Sauerstoff hinzu, bis das Gas nach dem Schütteln fast verschwunden. Nun läßt man den Sauerstoff nur cubikcentimeterweise hinzu, solange noch rote Dämpfe entstehen. Man kann so ziemlich scharf den Punkt treffen, bei dem das Stickoxyd gerade verbraucht worden. Es findet sich, dafs gerade das halbe Volum Sauerstoff hinzugetreten ist. Die gebildete Salpetersäure wird mittelst Indigolösung nachgewiesen, wozu eine Probe des Sperrwassers einfach in der Weise entnommen wird, dafs man den Schlauch am Hahnenrohr als Heber wirken läßt. Die salpetrige Säure giebt sich durch Entfärbung von Chamäleon kund.

Der zu diesem Versuche erforderliche Sauerstoff wird erhalten durch Zersetzung einer größeren Menge Kaliumchlorat, indem man die anfänglich entweichende Hälfte des Gases beiseite läßt. Das mittelst Kupfer und Salpetersäure in bekannter Weise dargestellte Gas enthält stets etwas Stickoxydul, welches den selten mehr als 6% ausmachenden Gasrest giebt.

Die vorstehende Zusammenstellung dürfte etwa das enthalten, was an quantitativen Versuchen innerhalb der betreffenden Gruppen im chemischen Unterricht höherer Schulen verwertet werden kann. Ihre Reihenfolge und Eingliederung in den Lehrgang soll heute nicht weiter berührt werden. Die Reaktionen als solche sind längst bekannt; ebensowenig wollen die benutzten experimentellen Hilfsmittel als originale Erfindungen angesehen werden. Neu ist nur die Zusammenstellung zu einem geschlossenen Apparatsystem von recht vielseitiger Verwendbarkeit. Selbstverständlich wird auch ein erfahrener Lehrer damit nicht vor die Klasse treten, ohne die Experimente durchprobiert zu haben. Chemische Vorgänge verlaufen ja in Wirklichkeit selten so glatt, wie auf dem Papier. Abgesehen von der Beschaffenheit der Reagentien treten in der Regel Nebenreaktionen und sekundäre Prozesse störend ins Spiel, die man nur auf Grund persönlicher Erfahrung beurteilen und vermeiden lernt. Chemische Versuche und Apparate können nicht wie Mechanismen und die meisten physikalischen Apparate lediglich ausgenommen werden. Nein, für sie gilt mehr als sonst die banale Weisheit: Probieren geht über studieren.

Wenngleich die Mehrzahl der mitgeteilten Versuche sich bereits zur bloßen qualitativen Vorführung der betreffenden Thatsachen und Vorgänge empfiehlt, so ist doch ihr eigentlicher Zweck die exakte quantitative Bestätigung der chemischen Grundgesetze. Das quantitative Schulexperiment ist aber nicht etwa eine Art Sport, sondern dasjenige, was zugleich mit der mathematischen Formulierung dem Unterricht erst den Charakter ernster Wissenschaftlichkeit verleiht und den Schülern Einblick giebt in die Methoden echter Naturforschung. Deshalb wird auch in den neuen preussischen Unterrichtsplänen das quantitative Experiment namentlich für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den oberen Klassen der Realanstalten ausdrücklich vorgeschrieben. Dies gilt nicht bloß für die Physik, sondern auch für die Chemie. Die Chemie ist in dieser Hinsicht thatsächlich ins Hintertreffen geraten. Was an brauchbaren quantitativen Versuchen in den Büchern und Fachzeitschriften zu finden ist, läßt sich an den Fingern herzählen. Der chemische Unterricht scheint nach wie vor lediglich die äußeren Erscheinungen bei chemischen Vorgängen veranschaulichen zu wollen. Der Grund für die stiefmütterliche Behandlung des quantitativen Schulexperiments liegt gewiß hauptsächlich in seiner technischen Schwierigkeit. Denn die Methoden der chemischen Wissenschaft sind im allgemeinen für Demonstrationszwecke völlig ungeeignet. Es gilt also, abseits von der breiten historischen Heerstraße einzig für die Zwecke des Unterrichts neue Wege einzuschlagen. Bei der Anlage dieser Wege ist die gewiesene Regel, alle Gewichtsbestimmungen möglichst zu umgehen, und, wenn die Wage dennoch im Unterricht verwendet werden muß, sie weniger zur Bestimmung unbekannter Gewichte zu benutzen, als zur bloßen Feststellung, daß eine bereits vorher abgewogene Probe thatsächlich das angegebene Gewicht hat. Abgesehen von diesen wenigen Fällen ist ein rein volumetrisches Verfahren auszuarbeiten. Dies volumetrische Verfahren wird aber vorwiegend ein gasometrisches sein müssen, da ja nur die Gase bei den kleinen Massen, wie sie bei schnell verlaufenden Versuchen nur in Frage kommen können, ein weithin sichtbares und bis auf ein Prozent ablesbares Volum haben.

Diesen Weg zur Einführung in die Chemie gezeigt und mit glänzendem Erfolg ausgebaut zu haben, ist A. W. Hofmanns Verdienst. Leider sind seine bekannten schönen Vorlesungsapparate ziemlich kostspielig und dabei Spezialapparate, sodafs die Beschaffung eines ganzen Apparatenparks erforderlich wird, wozu nur reich dotierte Anstalten befähigt sind. Auferdem geht Hofmann von elektrolytischen Vorgängen aus. Es muss aber wieder und wieder betont werden, dass diese geheimnisvollen und keineswegs reinen Vorgänge vom chemischen Anfangsunterricht auszuschliessen sind. So können wir das, was Hofmann und andere hervorragende Hochschullehrer geschaffen, leider nur in ganz beschränktem Mafse für den Experimentalunterricht der höheren Schulen verwerten. Ob und inwieweit das oben beschriebene Apparaten-system den allgemeinen Erfordernissen des Experimentalunterrichts entspricht, sei dem Urteil der Fachleute anheimgestellt.

Versuche zur Lehre vom Barometer.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

1. Bezüglich der Vorführung des Torricellischen Versuches in der untersten Physikklasse ist wohl die Bemerkung nicht unangebracht, dafs man hierzu Glasröhre und Quecksilber nur in bestgereinigtem Zustande verwenden und deswegen beides wohlverschlossen, wenn möglich nur für den einen Zweck aufbewahren sollte. Das Vakuum wird dann leicht ein sehr vollständiges, da sich das reine Quecksilber mit dem prächtigen Spiegel, den der Schüler ja auch an den Barometern der Wettersäulen u. s. w. sieht, gegen die staubfreien Wände der Glasröhre legt.

In der höheren Klasse sind die Mafsnahmen von unterrichtlichem Wert, durch die man die besonders in weniger reinen Glasröhren verbleibenden reichlichen Luftmengen größtenteils entfernen kann. Das Vereinigen der kleinen adhärierenden Luftblasen durch eine gröfsere von verdünnter Luft (FR. C. G. MÜLLER, *d. Zeitschr.* III 140; WEINHOLD, *Phys. Dem.* 3. Aufl. S. 158) genügt wohl immer zur Erzeugung eines Vakuums, in dem das Quecksilber mit hellem Klange gegen die Glaswand schlägt. Die Verbesserung des Vakuums in der angedeuteten Weise findet indessen ziemlich bald ihre Grenze. Will man eine Blase recht stark verdünnter Luft, aus der nur äußerst kleine Luftmengen zur Adhäsion an der Glaswand sich ablösen könnten, vom zugeschmolzenen Ende nach der mit dem Finger fest verschlossenen Seite der Glasröhre steigen lassen, so sieht man die Blase an jenem Ende verschwinden, während aus naheliegenden Gründen am Finger neue Luft- und Dampfblasen auftreten. Nimmt man nach Demonstration dieser ganz lehrreichen Erscheinung eine, wie Fig. 1 zeigt, in stumpfem Winkel gebogene Röhre, so kann man mit dieser die Verbesserung des Vakuums weiter treiben. Nach dem Füllen und Aufrichten der Röhre verschließt man die Öffnung unter dem Quecksilber so mit dem Finger, dafs man die Röhre leicht derart neigen kann, dafs die Biegungsstelle der höchste Punkt ist. Die zugehaltene Öffnung läfst man dabei im Quecksilber des nicht zu klein zu wählenden Gefäßes. Man schafft so den allergrößten Teil der Luft, die sich im Vakuum gesammelt hatte, nach *b* und von hier durch Herausnehmen der Röhre aus dem Gefäß und Vereinigen mit einer Blase, die sich am zudrückenden Finger bilden wird, bis zum offenen Ende der Glasröhre. Die kleinen, bei *b* ziemlich fest verbleibenden Luftreste könnten das Vakuum natürlich nur durch Aufsteigen beeinflussen.

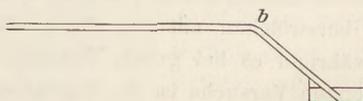


Fig. 1.

2. Die Abhängigkeit der Quecksilberhöhe von der Rohrweite und Temperatur kann man an zwei Barometerröhren demonstrieren, die man nebeneinander in ein Gefäß stellt, wie es bei den Dampfdichtebestimmungen von Flüssigkeiten geschehen kann.

In Fig. 2a ist hierbei die vorhin erwähnte, winkelig gestaltete Röhre benutzt; der grössere Abstand der Röhren erschwert hier einen Vergleich der Quecksilberhöhen. In Fig. 2b ist eine Versuchsanordnung dargestellt, bei welcher zwei Gefässe, die durch einen mit Quecksilber gefüllten Heber verbunden sind, die offenen Enden der Barometerröhren enthalten. Die keineswegs besonders umständliche Benutzung des Hebers zur selbstthätigen Einstellung der Quecksilbermengen in getrennten Gefässen auf genau gleiches Niveau kann auch bei ähnlichen Versuchsanordnungen gute Dienste leisten. Der an den Enden einige cm weit herabgebogene Heber ist aus etwa 3 mm weitem Glasrohr hergestellt; die Einbiegung in der Mitte des wagerechten Teils verlegt den Schwerpunkt zur Gewinnung völliger Stabilität nach unten. Zur Füllung des Hebers taucht man zunächst das eine Ende so in Quecksilber, dass nach dem Herausnehmen unter Verschließen des andern Endes mit dem Finger ein mehrere cm langer Quecksilberfaden darin bleibt. Durch entsprechendes Neigen und geringes Lüften des Fingers lässt man das Metall etwas über die Biegung der Röhre hinaus in den langen Teil vordringen und benutzt den Quecksilberfaden folgendermassen zur völligen Füllung des Hebers. Man hält diesen so, dass der Quecksilberfaden ziemlich senkrecht ist, und taucht das obere offene Ende des Hebers in ein etwas schräg gehaltenes kleines Gefäss mit Quecksilber ein. Lüftet man nun vorsichtig den das untere Ende des Hebers verschließenden Finger, so füllt sich der Heber. Eine Schale oder die Quecksilbertiefung des Tisches dient zur Aufnahme des überschüssigen Metalles. Man senkt nun das mit einem Quecksilbertropfen versehene offene Ende des Hebers in das eine Gefäss *g* (Fig. 2), hierauf das zugehaltene Ende in das andere und entfernt den Finger. Verfährt man dieser Vorschrift entsprechend, so sind die Quecksilbermengen derart in Verbindung gesetzt, dass ihre Niveaus sich ziemlich schnell und auf das genaueste ins Gleichgewicht setzen, da die Capillarkräfte hierbei keinerlei Einfluss

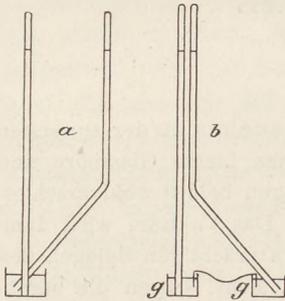


Fig. 2.

haben. Um sich von dem Funktionieren des Hebers zu überzeugen, kann man über dem Quecksilber in einem Gefäss eine ganz nahe herangebrachte Spitze wie beim Kapselbarometer anbringen und in das Quecksilber des andern Gefässes einen Glaskörper etwas einsenken oder eine dünne Glasplatte unter das andere Gefäss schieben.

Bei dem geringen Abstände der mittelst Stativklammern festgestellten Röhren der Fig. 2b kann man auch aus grosser Entfernung kleine Unterschiede des Quecksilberstandes scharf erkennen, besonders wenn nach Zuziehen der Vorhänge seitlicher Fenster das Licht nur von vorn oder schräg von vorn auf die Röhren fällt. Wenn man es für zweckmässig hält, kann man an zwei ungleich weiten Röhren den Einfluss der Capillardepression des Quecksilbers zeigen. Bei gleich weiten Röhren sieht man das Quecksilber in derjenigen etwas tiefer stehen, deren Vakuum weniger luftfrei ist. Erwärmen eines solchen Vakuums durch Überstreichen mit der Bunsenflamme drückt das Quecksilber noch etwas weiter herab, während es bei gutem Vakuum den Quecksilberstand nicht beeinflusst. Wichtiger als die letzten Versuche ist die Vorführung der Abhängigkeit der Quecksilberhöhe von der Temperatur des Quecksilbers. Bei einiger Vorsicht ist ein Zerspringen der Röhre gänzlich ausgeschlossen, wenn man diese mit der Bunsenflamme um 30–50° erwärmt. Die grössere Länge der erwärmten Quecksilbersäule ist nach wenigen Augenblicken in der ganzen Klasse sichtbar.

3. Die Abhängigkeit der Quecksilberhöhe von der Luftmenge eines unvollkommenen Vakuums behandelte in dieser Zeitschrift GRIMSEHL (XI S. 277). Der folgende Versuch zeigt, wie man in einfacher Weise bestimmen kann, um wieviel mm die Quecksilbersäule beim Torricellischen Versuch durch den Luftgehalt des Vakuums herabgedrückt wird. Zur Erhöhung des zu messenden Betrages füllt man die Röhre so, dass eine etwas grössere Luftmenge über dem Quecksilber verbleibt. Man bezeichnet alsdann mit Stückchen besponnenen Drahtes die Stellung des Quecksilbers in der senkrecht stehenden Röhre, sowie die

Mitte des unvollkommenen Vakuums. Hierauf bestimmt man etwa mit Hilfe eines Vertikalmaßstabes mit Schieber die Länge y der in der Röhre befindlichen Quecksilbersäule. Alsdann wird durch Neigen der Röhre das Vakuum bis auf die Hälfte verkleinert und wiederum der Niveauunterschied des Quecksilbers in Röhre und Gefäß bestimmt. Die zuletzt gemessene Höhe sei y' . Ist nun x der Luftdruck, p der Druck der Luft über der senkrechten Quecksilbersäule, so ist $x = y + p$ und ferner $x = y' + 2p$, da bei halber Größe des unvollkommenen Vakuums der Druck in diesem den doppelten Wert hat. Aus den Gleichungen folgt: $p = y - y'$ und $x = y + (y - y')$. Man corrigiert also die Ablesung eines lufthaltigen Barometers, indem man diese um die Differenz der Ablesungen vermehrt, die bei zwei Größen des unvollkommenen Vakuums gemacht sind, welche im Verhältnis 1:2 stehen.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß man die Unsicherheit der Ablesung schräger Quecksilbersäulen vermeidet, wenn das Barometerrohr senkrecht verschoben wird unter Benutzung eines hinreichend tiefen Gefäßes. Beim Heberbarometer hilft man sich durch Auffüllen und Entfernen von Quecksilber im kurzen Schenkel mittelst einer spitz ausgezogenen Glasröhre, die man vorsichtig als Pipette verwendet.

Für den Klassenversuch genügt das Schrägstellen der Torricellischen Röhre, wie folgendes Beispiel zeigt. Mit dem Vertikalmaßstab wurde an der senkrechten Röhre aus den Niveaus 722,5 und 22 mm der sehr fehlerhafte Barometerstand $y = 700,5$ mm bestimmt; aus den Niveaus 650 und 17 mm ergab sich bei halber Größe des Vakuums $y' = 633$. Hieraus folgt $p = 67,5$ und $x = 767,5$ mm, während ein zuverlässiges Barometer den Wert 766,8 mm angab.

4. Wie auch GRIMSEHL (a. a. O.) ausführt, lassen sich zahlreiche Aufgaben an die Betrachtung des Barometers mit unvollkommenem Vakuum anschließen. Z. B. kann man die Denkfrage stellen, wie klein die Korrektionsgröße p bei einem Barometer mit nur wenig unvollkommenem Vakuum sein muß, um von der jeweiligen Temperatur als (praktisch) unabhängig angenommen werden zu können; natürlich ist hierbei die durch andere Umstände bewirkte Fehlergrenze der Ablesung (0,1 oder 0,5 mm) festzusetzen. Ferner kann man die Abhängigkeit der Größe p von der Ausdehnung des Vakuums und dem jeweiligen Barometerstande aufsuchen lassen. Von Interesse für den Schüler ist wohl die Berechnung der Größe des Luftbläschens, welches beim fortgesetzten Neigen des Barometers über dem Quecksilber verbleibt unter der Voraussetzung, daß man die Röhre bis zur horizontalen Lage neigen kann, d. h. bis der Druck im Luftbläschen der normale ist. Als gegeben sind zu betrachten Querschnitt und Länge des unvollkommenen Vakuums, der Druck der verdünnten Luft in diesem und die zugehörige Höhe der Quecksilbersäule.

5. In der untersten Physikklasse ist es nicht ganz leicht, wie auch wohl die Erfahrung anderer Lehrer ergeben würde, allen Schülern die Verschiedenheit der Niveauänderungen beim Gefäß- und beim Heberbarometer zur völligen Klarheit und zur Einprägung zu bringen, und doch gehört die Kenntnis der so einfachen Sachlage offenbar zu den Dingen, die der Schüler „unbedingt wissen muß“. Von einigem Nutzen ist daher wohl der folgende, vielleicht oft schon von Anderen vorgeführte Versuch. Ein Gefäß-, sowie ein Heberbarometer werden nebeneinander aufgestellt und die Öffnung des Gefäßes und der kurze Schenkel des andern Barometers mittelst Schlauchstücke mit zwei Schenkeln eines T-Rohres verbunden. Der dritte Rohransatz des letzteren wird mit einem längeren Schlauch verbunden, der zur gemeinsamen Änderung des Druckes für beide Barometer dient. Indem man hierbei den Druck zunächst nur um 5–6 cm variieren läßt, führt man den Schülern auch vor Augen, wie wenig umfangreich die Schwankungen des Luftdruckes an einem Orte sind. Stärkere Luftverdünnung läßt die Schüler einen Eindruck vom Stande des Barometers in größerer Höhe (Gipfel bestimmter Berge) gewinnen¹⁾.

¹⁾ Daß solche anschaulichen und eingehenden Versuche mit den wichtigsten Instrumenten nicht ganz überflüssig sind, geht wohl aus der Thatsache hervor, daß selbst bei Personen, welche eine höhere Anstalt absolvierten, das Barometer oft nur als „Wetterglas“ bekannt ist.

6. Der in Versuch 1 benutzte Heber zur Gleichstellung von Quecksilberniveaus kann in veränderter Form auch beim Heberbarometer Verwendung finden. Ein recht genaues Instrument dieser Art erhält man aus einem sorgsam gefüllten Heberrohr, welches man auf einem Vertikalmaßstab mit guter Millimeterteilung mittelst Bindfaden befestigt. (Die Füllung des Barometerrohres mit Quecksilber wird durch Benutzung der Luftpumpe wesentlich erleichtert, vergl. Frick-Lehmann, *Phys. Technik*, I S. 301; das daselbst angegebene, von MACALUSO herrührende Verfahren ist auch zur Füllung eines Heberbarometers gut verwendbar.) Will man an einem solchen improvisierten Instrument das Niveau im kurzen Schenkel nach der Seite verschieben, um es etwa vor



Fig. 3.



Fig. 4.

die wenig breite Skale des Maßstabes zu bringen, so senkt man den mit Quecksilber gefüllten Heber *ho* (Fig. 3), dessen obere Öffnung *o* mit dem Finger verschlossen wird, in das Quecksilber des kurzen Schenkels und giebt *o* frei. Der Heber wird ebenfalls mit Bindfaden auf dem Vertikalmaßstab befestigt. Mittelst des Hebers der Fig. 4 kann man ein Heberbarometer gewissermaßen in ein Gefäßsbarometer umwandeln.

Das auch hier grundlegende Prinzip der genauen Übertragung kleinster Druckgrößen durch eine enge, aber lückenlos mit Quecksilber gefüllte Glasröhre, die mit weiteren Röhren kommuniziert, ist bisher wohl kaum von der Versuchstechnik verwertet worden. Es erscheint auf den ersten Blick vielleicht nicht ganz plausibel. Man beachte indessen, daß die Quecksilberteilechen innerhalb der Flüssigkeit überaus leicht verschiebbar sind. Nur zur Änderung der an Glas und Luft grenzenden Quecksilberoberflächen sind kleine Überdrücke erforderlich. Diese Oberflächen befinden sich in mehr oder weniger weiten Röhren, weswegen die Überdrücke die gewöhnlichen Werte besitzen, die sie beim Barometer haben. Im kurzen Schenkel (Fig. 3) ist der zur Änderung des Niveaus hierselbst erforderliche Überdruck freilich etwas größer. Dies kann jedoch auf die abzulesende Niveaudifferenz keinen Einfluß haben. Die vom Verfasser vorgenommenen Messungen ergaben denn auch eine sehr gute Übereinstimmung. Um eine Anzahl von Messungen bei einem bestimmten Barometerstande ausführen zu können, wurde der Heber mehr oder weniger tief in den kurzen Barometerschenkel eingesenkt und der Apparat zwischen den Ablesungen der beiden Niveaus möglichst vor Erschütterungen bewahrt.

Die beiden Teile des Hebers der Fig. 3 können außer durch Zusammenschmelzen auch mittelst eines sehr kurzen Schlauchstückes hinreichend fest verbunden werden, wenn dies zusammen mit der engeren Röhre gerade noch in die Öffnung der weiteren einschiebbar ist. Zur Füllung des Hebers gießt man das weitere Rohr voll Quecksilber, verschließt *o* mit dem Finger und neigt den Heber nach der Seite der engeren Röhre (in Fig. 3 nach links). Durch vorsichtiges Lüften des Fingers läßt man die enge Röhre voll Quecksilber laufen und senkt den Heber in den Barometerschenkel, während ein Tropfen aus dem engen Heberrohr hängt.

7. Versuche mit Capillarröhren. Capillarröhren von etwa 2 mm Weite, die einen vom Drucke der Luft getragenen Quecksilberfaden enthalten, kann man bekanntlich senkrecht stellen, ohne daß der Faden sich in herab rinnende Tropfen auflöst (s. den einfachen Apparat zur Erläuterung des Boyleschen Gesetzes in Weinholds *Vorschule*, 4. Aufl. S. 164).

Auf eine solche Röhre, die man allenfalls auch bis annähernd 3 mm weit wählen kann, bezieht sich folgende, zu eigenartigen Ergebnissen führende Aufgabe: Unter welchen Bedingungen und bis wie weit dringt Quecksilber, welches mittelst eines Trichters auf die Öffnung einer senkrecht gehaltenen, unten zugeschmolzenen Röhre gebracht wird, in diese Röhre ein? Ist *l* die Länge der überall gleichweit gedachten Röhre, *x* die Strecke, bis auf die das Quecksilber eindringt und *b* der Barometerstand, so ist nach der Gleichung für das Mariottesche Gesetz $p : p_0 = v_0 : v$:

$$\frac{b+x}{b} = \frac{l}{l-x},$$

woraus nach einigen Umformungen sich ergibt: $x = l - b$, d. h. das Einfließen von Quecksilber findet nur statt, wenn die Röhre länger ist, als die Barometerhöhe, sowie $b = l - x$, d. h. der Barometerstand wird durch die Länge der im Apparate verbleibenden Luftsäule gemessen.

Um eine annähernde Bestätigung dieser Schlüsse durch den Versuch zu erhalten, versehe man die 2–3 mm weite Röhre mit einem angeschmolzenen Glockentrichterchen oder füge sie mittelst durchbohrten Korkes in eine etwa 6 cm lange, 1 cm weite Glasröhre (s. Fig. 5 oben) ein, deren anderes Ende ebenfalls mit einem Kork versehen ist, in dessen Durchbohrung ein nur wenige cm langes, bis in die Mitte hineinragendes Röhrchen sitzt. Man kann die so vorgerichtete Röhre beliebig oft umkehren, ohne Quecksilber zu verlieren, und etwa zurückbleibende Tropfen des Metalls durch Erschüttern aus der Mündung der langen Röhre entfernen. Richtet man die Röhre, nachdem man alles Quecksilber in die weitere Röhre hatte ausfließen lassen, wieder so, wie die Figur sie zeigt, so hat man in sie ein bestimmtes Volumen Luft vom Drucke und von der Temperatur der umgebenden eingebracht und kann nun den Barometerstand $l - x$ nach der Länge des Quecksilberfadens mit jenem Grade der Genauigkeit bestimmen, der bei dem Vorhandensein einer Anzahl von Fehlerquellen möglich ist. In Bezug auf letztere ist zunächst zu bemerken, daß nicht besonders ausgewählte Röhren meistens große Kaliberfehler haben. In eine durchschnittlich 2,54 mm weite Röhre von 900 mm Länge drang der Quecksilberfaden im Mittel 186 mm tief ein. Während hieraus die Länge der verbleibenden Luftsäule gleich 714 mm gefunden wurde, betrug der gleichzeitig gemessene Barometerstand 753,7 mm. Die Abweichung von 39,7 mm rührte hauptsächlich von den Kaliberfehlern der Röhre her, denn als in die obige Gleichung für $l : (l - x)$ das Verhältnis der mit Quecksilber ausgewogenen Volumina gesetzt wurde, ergab sich ein von dem gemessenen Barometerstand nur um 1,2 mm abweichender Wert.

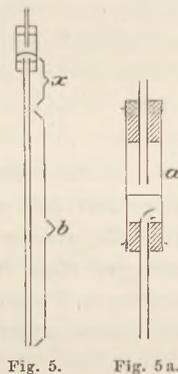


Fig. 5.

Fig. 5a.

Den größten Teil der langen Röhre kann man durch ein kurzes cylindrisches Gefäß von gleichem Volumen ersetzen und erhält so ein kurzes (20–25 cm langes) Instrument, welches als eine Art Barometer zu betrachten ist. Kann man auch damit (bei einer Exkursion) auf höher gelegenen Punkten die Abnahme des Luftdruckes erkennen, so ist doch eine Anwendung zu Messungen ohne Berücksichtigung einer Anzahl von Nebenumständen nicht ausführbar.

Bei mehr oder weniger schnellem Aufrichten sind die eingeschlossenen Luftmengen nicht genau gleich; sie sind kleiner, wenn man das Quecksilber recht langsam über die Öffnung der langen Röhre rinnen läßt. Die sich beim Aufrichten ergebenden Verschiedenheiten der Luftfüllung fallen bei einer Röhre fort, die am oberen Ende kurz rechtwinklig umgebogen ist (Fig. 5a). Zum Aufrichten der Röhre muß man diese so neigen, daß das Quecksilber von unten her in die Rohrmündung eindringen kann, also für die in der Figur gezeichnete Stellung nach links. Von größerem Einfluß auf die Angaben des Instrumentes ist die von der Temperatur und Beschaffenheit der Glaswände abhängige Capillardepression des Quecksilbers, welche eine eingehende Theorie des Apparates sehr kompliziert. Ferner ergibt die Rechnung für die Kraft, welche dem Quecksilberfaden bei einer z. B. um 1 mm falschen Einstellung die richtige Länge giebt, nur einen kleinen Wert. Immerhin kann man manchmal nach wiederholtem Umkehren und Aufrichten Serien von Ablesungen erhalten, die bis auf 1 mm übereinstimmen. Völlig bedeutungslos werden aber die Angaben des kleinen Apparates für den Luftdruck, wenn in der Zeit vom Aufrichten des Apparates bis zur Ablesung die äußere Temperatur sich derart ändert, daß auch die eingeschlossene Luft davon beeinflusst wird. Es soll hier nicht näher ausgeführt werden, wie man durch eine Einhüllung des mit Luft gefüllten Gefäßes diese Einwirkungen von Änderungen der Temperatur für die kurze Zeit bis zur Ablesung beseitigen kann.

Ohne solche Vorkehrungen ist der kleine Apparat ein vorzügliches Mittel, Temperaturschwankungen auffallend sichtbar zu machen. Die erhöhte Empfindlichkeit des Apparates

gegen Temperatureinflüsse zeigt sich schon darin, daß nach dem Aufrichten der Röhre das Quecksilber nicht sofort, sondern erst nach einigen Augenblicken seinen tiefsten Stand erreicht, nämlich erst dann, wenn die geringe Compressionswärme aus der verdichteten Luft an die Glaswände abgegeben ist. Bringt man die Röhre der Fig. 5. ohne sie aufs neue umzukehren und aufzurichten, in die verschieden warmen Luftschichten des Zimmers, so wird der Quecksilberfaden leicht um ganze cm verlängert und verkürzt. Hält man nach Einspannen des Gefäßes in eine Stativklemme das untere Ende der Röhre mit einem schlechten Wärmeleiter fest und reibt die Röhre der ganzen Länge nach einige Male mit einem Kork, so steigt das Quecksilber um viele cm zurück.

Ein einfaches Vorlesungsthermoskop.

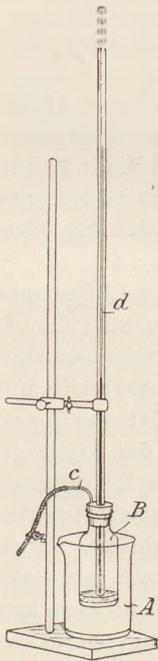
(Aus dem Chemischen Staats-Laboratorium in Hamburg.)

Von

Professor Dr. M. Dennstedt.

Luftthermometer für Vorlesungszwecke, meist für den physikalischen Unterricht, sind in großer Zahl angegeben, Apparate, die alle möglichen Correkturen gestatten und daher auch für genaue Bestimmungen brauchbar sind. Der Chemiker bedarf jedoch in seinen Vorlesungen eines Instruments, das leicht herstellbar, einen auf weite Entfernungen deutlich sichtbaren Faden und einen Gradabstand von einigen Centimetern besitzt. Ein Instrument mit feststehender Skala mit einer Ausdehnung von etwa -10° bis 100° würde daher schon eine Länge von einigen Metern haben und wenig handlich sein. Gewöhnlich handelt es sich aber im chemischen Unterrichte gar nicht um die Feststellung bestimmter Temperaturen, sondern es soll nur die Entwicklung von Wärme, also überhaupt Temperaturerhöhung oder Absorption von Wärme also überhaupt Temperaturerniedrigung gezeigt werden.

Für diese Zwecke benutze ich das folgende einfache Instrument: ein Pulverglas von etwa 3–400 ccm Inhalt (s. Fig.) ist mit einem doppelt durchbohrten Gummipfropfen verschlossen; in der einen Durchbohrung steckt ein oben und unten offenes 1–2 m langes und etwa 1,5 mm weites Glasrohr, das bis auf den Boden des Pulverglases reicht. In der zweiten Durchbohrung steckt ein knieförmig gebogenes, dicht unter dem Korke endigendes Glasrohr, über dessen freies Ende ein kurzes Stück Gummischlauch gezogen ist, der mit einem Quetschhahn verschlossen wird. In das Gefäß hinein giebt man 15–20 ccm gefärbtes Wasser, Alkohol oder dergl.



Bläst man durch den Gummischlauch in das Gefäß hinein, so steigt die Flüssigkeit in das offene Rohr und durch Schließen des Quetschhahns kann man sie in beliebiger Höhe zum Stillstand bringen. Das Instrument stellt so ein Luftthermoskop dar, dem man, wenn es für steigende Temperaturen benutzt werden soll, einen niedrigen, für fallende Temperaturen, einen hohen Flüssigkeitsstand giebt. Soll es z. B. für 0° und darüber benutzt werden, so stellt man das Gefäß in schmelzendes Eis und bläst so viel Luft hinein, daß die Flüssigkeitssäule 10–20 cm über dem Pfropfen stehen bleibt. Sobald die Temperatur constant geworden ist, markiert man den Nullpunkt. Durch Eintauchen in etwas wärmeres Wasser und mit Hilfe eines Quecksilberthermometers, kann man die Höhe der Flüssigkeit auch für andere Temperaturgrade festlegen und auf einer Pappskala, die sich an dem Thermometerrohre in einfacher Weise befestigen läßt, auftragen. Selbstverständlich nimmt die Länge der Grade mit der Höhe der Flüssigkeitssäule durch den wachsenden Druck ab, die einmal gefertigte Skala ist jedoch bei Anwendung derselben Flüssigkeit für alle Temperaturen brauchbar, da sie ausschließlich vom Drucke

abhängig ist. Auch die Tension der Flüssigkeit spielt eine Rolle, indem sie dem Drucke entgegen wirkt. Bei mittleren Temperaturen kann man sie bei Wasser vernachlässigen, handelt es sich um höhere Temperaturen, so benutzt man eine möglichst spannkraftarme Flüssigkeit z. B. hochsiedendes Petroleum. Für Temperaturen unter 0° ist Alkohol anzuwenden.

Die Länge der Grade, die man im Maximum erreichen kann, wenn man das abgesperrte Gasvolumen möglichst groß, den Durchmesser der Röhre möglichst klein wählt, findet ihre Grenze durch den übermäßigen wachsenden Druck und ist abhängig von dem spezifischen Gewichte der Flüssigkeit.

Ein ähnliches Luftthermometer, aber ohne die bequeme Art der Einstellung für die verschiedensten Temperaturen ist schon vor Jahren von Victor Meyer¹⁾, zur Demonstration der Dulong-Petitschen Regel benutzt worden. Auch die eben beschriebene Vorrichtung ist hierzu sehr wohl geeignet. Ich verfähre jedoch dabei nicht wie V. Meyer, der entsprechend schwere auf 100° erwärmte Cylinder von Blei und Zink in Wasser taucht, das die Thermometergefäße umgibt, sondern benutze im wesentlichen die von A. W. Hofmann²⁾ in seinem bekannten Apparate gegebene Einrichtung. Der kostspielige Hofmannsche Apparat leidet an großer Zerbrechlichkeit und hat außerdem den Fehler, daß der Unterschied im Gange der beiden Quecksilberthermometer bei gleich schweren Metallcylindern (Blei und Zink) nur etwa 2 cm beträgt. Außerdem ist der Quecksilberfaden schon in der Entfernung von wenigen Schritten nur schwer erkennbar.

Ich benutze für meinen Apparat die Hofmannschen Blei- und Zinkcylinder und zum Erwärmen ebenfalls das von ihm angegebene Paraffinbad.

Die beiden Luftthermometer von genau gleichen Dimensionen — geringe Unterschiede lassen sich durch die hineingegebene Flüssigkeit leicht ausgleichen — tragen in einer dritten mittleren Durchbohrung der Gummipfropfen je ein Stück, unten mit einer Metallplatte verschlossenes, genügend langes Messingrohr, in das die Metallcylinder ohne Flanellumhüllung genau hineinpassen.

Die auf etwa 150 — 200° erhitzten Cylinder werden an ihren Seidenfäden gleichzeitig aus dem Paraffinbade herausgenommen und gleichzeitig in die Messingröhren hineingelassen, die man dann sofort mit Korken oder kleinen Metallkappen verschließt.

Wendet man Metallcylinder in der relativen Schwere der Atomgewichte an, so läuft zwar anfangs das Thermometer mit dem Zink gewöhnlich etwas vor, der höchste Punkt aber den schließlich beide nach wenigen Minuten gleichzeitig erreichen, ist gleich hoch und zwar 40 — 50 cm höher als der Anfangspunkt; die Fäden sind auch auf weite Entfernung hin deutlich erkennbar. Wendet man gleich schwere Cylinder an, so beträgt der Unterschied bei Blei und Zink etwa 20 — 30 cm.

Ebenfalls in sehr einfacher Weise läßt sich vorführen, daß im Auerlicht durch die Umwandlung der Wärme- in Lichtenergie die Wärmeentwicklung erniedrigt wird. Zwei genau gleiche Luftthermometer aus gewöhnlichen Pulvergläsern von etwa 200 ccm Inhalt, deren Skalenrohr aus demselben Kapillarrohr geschnitten ist, stehen in cylindrischen mit der gleichen Menge Wasser gefüllten Gefäßen aus Weißblech von etwa 12 cm Durchmesser und 21 cm Höhe der Art, daß sie mit Hilfe von Klammern etwa in der Mitte vollständig unter Wasser tauchend und schwebend erhalten werden. Unter den Blechgefäßen in gleicher Entfernung vom Boden stehen zwei gleiche Bunsenbrenner, die mit Gas-Cylinder und dem Aufsatz der Auerlampe aber ohne Strumpf versehen sind. Für den einen Brenner wird außerdem ein gleicher Aufsatz aber mit Strumpf vorbereitet. Nachdem man die eine Flamme mit diesem zweiten Aufsatz so eingestellt hat, daß die stärkste Lichtentwicklung erzeugt wird, setzt man den ersten Aufsatz wieder auf und entzündet nun auch die Flamme des zweiten Brenners etwa in der gleichen Höhe wie die des ersten. Stellt man nun beide Flammen gleichzeitig unter die Blechgefäße, so steigen alsbald beide Thermometer, deren

¹⁾ Diese Zeitschrift 7. 88.

²⁾ Ber. d. d. Ch. Ges. 1882. 2672.

Flüssigkeitsäule man einen gleichen aber möglichst niedrigen Stand gegeben hat. Laufen beide Thermometer nicht gleichmäÙig, so reguliert man ihren Lauf durch VergröÙern oder Verkleinern der zweiten Flamme, ohne die Flamme des Brenners, der später den Strumpf tragen soll, zu verändern. Zeigen beide Thermometer gleichen Gang, was leicht erreicht und in der Vorlesung gezeigt wird, so entfernt man beide Flammen gleichzeitig, bringt in beiden Thermometern durch vorsichtiges Auslassen von Luft die Flüssigkeit wieder auf den niedrigsten Stand und stellt wiederum beide Flammen gleichzeitig unter die GefäÙe, nachdem man die erste mit dem Glühstrumpf versehen hat: Dieses Thermometer bleibt nunmehr 20–30 cm hinter dem andern zurück.

Während die Empfindlichkeit dieser Thermometer mit aufrecht stehendem Rohre durch den mit der Höhe der Flüssigkeitsäule wachsenden Druck stark beeinträchtigt wird, lassen sich Thermometer beliebiger Empfindlichkeit herstellen, wenn man das Thermometerrohr kurz über dem GefäÙe zur Horizontalen umbiegt. Ist z. B. der Inhalt eines solchen ThermometergefäÙes = 200 ccm, der Querschnitt der Kapillare = 1 □mm, so entspricht 1° Temperaturunterschied 732 mm des Thermometerrohres.

Diese außerordentliche Empfindlichkeit eines solchen Thermometers, die sich durch VergröÙerung des LuftgefäÙes in beliebiger Weise steigern läÙt, legte den Gedanken nahe ein solches Instrument für exacte Messungen z. B. zur Bestimmung von Gefrierpunktniedrigungen zu benutzen.

Diese Versuche schlugen jedoch vollkommen fehl, denn ist ein solches Thermometer schon für Temperaturschwankungen man möchte fast sagen bis zur Unendlichkeit wenigstens für den praktischen Gebrauch empfindlich, so ist es noch weit empfindlicher gegen Druckschwankungen.

Auf dem offenen Ende des Thermometerrohres lastet aber die Atmosphäre und da wir durch die Versuche Hefner-Altenecks mit seinem ingeniiösen Variometer (d. Zeitschr. IX 123) das in seiner einfachsten Form auch für Vorlesungszwecke besonders geeignet ist, wissen, daÙ neben den groÙen, langsam verlaufenden Druckänderungen der Atmosphäre in jedem Augenblicke kleine Druckschwankungen vor sich gehen, die durch die nie fehlende Luftbewegung und die sich ihr in mannigfaltigster Form entgegenstellenden Widerstände erzeugt werden, so ist es selbstverständlich, daÙ ein solches Thermometer, das bei den oben angegebenen Dimensionen mit 1 mm der Skala Druckschwankungen von fast $\frac{1}{200000}$ Atmosphäre anzeigt, nie zur Ruhe kommt.

Ein solches Thermometer stellt sich daher niemals bei derselben Temperatur z. B. der des gefrierenden Wassers genau wieder auf denselben Punkt ein, selbst wenn man mit allen VorsichtsmaÙregeln, um jegliche Wärmezufuhr zu vermeiden, arbeitet.

Es wurde versucht diesen Fehler, der durch den während des Versuches stets schwankenden Luftdruck verursacht wird, auszuschalten, indem man ein zweites dem ersten in allen Einzelheiten, Dimension und Material, genau gleiches Thermometer construierte und die Differenz, die dieses bei den Ablesungen des andern Thermometers zeigte, berücksichtigte, aber es gelang nicht, aus hier nicht näher zu erörternden, auch nicht ganz aufgeklärten Gründen, zwei selbst in demselben GefäÙs stehende und vor Wärmestrahlung geschützte Thermometer herzustellen, deren Lauf vollkommene Übereinstimmung zeigte.

Kleine Mitteilungen.

Ein neues Hebermodell.

Von **Joh. Kleiber** in München.

Die Ritzsche Röhre. Schon vor Jahren hat Herr Dr. Ritz darauf hingewiesen, daÙ das Verständnis des eigentlichen Heberversuches am besten durch Einschaltung eines Vorversuches anzubahnen sei, der zeigt, wie Wasser in einer luftleer gepumpten Röhre emporsteigt. Solch eine Ritzsche Röhre ist in der That sehr empfehlenswert; man wählt sie am günstigsten etwa 1,5 m lang, 1 cm breit; am einen Ende besitzt sie einen Hahn (und eine Düse

zum Anschluß an die Luftpumpe), das andere Ende kann zugeschmolzen sein; um die Röhre reinigen zu können, ist jedoch vorzuziehen, das Ende nicht zuzuschmelzen, sondern durch einen kleinen Gummipfropf abzuschließen.

Es liegt nun der Gedanke sehr nahe, die Zerlegung des Hebervorgangs noch einen Schritt weiter zu treiben, indem man sich zur Demonstration eines Hebermodells bedient, das im wesentlichsten aus 2 Ritzschen Röhren besteht. Aus diesem Gedanken ist das folgende Modell hervorgegangen, das sich bereits trefflich beim Unterricht bewährt hat. Es sei deshalb gestattet, dasselbe auch weiteren Kreisen bekannt zu machen, zumal es sich jeder Lehrer ev. auch mit recht einfachen Mitteln selbst zusammenstellen kann.

Das Hebermodell. Die nebenstehende Figur 1 macht eine eigentliche Beschreibung wohl überflüssig. *AB* stellt ein 20 cm langes Querrohr mit eingepaßtem Hahn *x* vor, an dessen (abwärts gebogenen und mit Düsen versehenen) Enden hängen (befestigt an Gummischlauchstücken) zwei Glasrohre *Aa* und *Bb* von 50 bez. 80 cm Länge, die unten mit Hähnen *a*, *b* abschließbar sind. Die so erhaltene Heberform liegt in einer Gabel aus Holz, die mittelst der Klemme *z* am Stativ höher oder tiefer eingestellt werden kann.

Beim Gebrauche pumpt man (am besten vor den Augen der Schüler) die Rohre *Aa* und *Bb* bis zu einer gleichen Barometerprobe aus. Dies kann bei offenem Hahn *x* geschehen, indem man etwa *a* schließt und *b* mit der Wasserluftpumpe verbindet. Ist dies geschehen, so wird auch *b* mit *x* abgeschlossen. Hierauf stellt man den Heber mittelst der Gabel höher, sodafs man die Glasgefäße unter die Mündungen *a*, *b* stellen kann. Dabei soll das Wasser im Gefäfs unter *a* blau, jenes im Gefäfs unter *b* rot gefärbt sein. Nun senkt man die Gabel wieder, bis *a* und *b* genügend tief in die gefärbten Flüssigkeiten eintauchen.

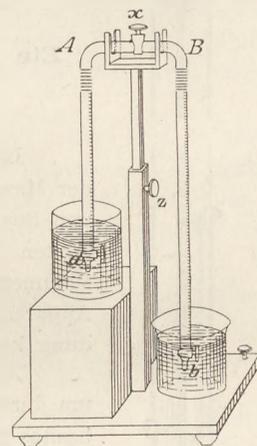


Fig. 1.

Die besseren Schüler beantworten nun leicht die Frage, was geschehen wird, wenn man den Hahn *a* öffnet. Der Versuch bestätigt die Erwartung: die blaue Flüssigkeit steigt auf und füllt das Rohr. (Handelt es sich um jüngere Schüler, was zumeist der Fall sein dürfte, so wird man das Rohr *AB* schwarz streichen [mit Asphaltlack] um die Wirkung der aufsteigenden Luftblase, die eigentlich das Resultat der Unvollkommenheit des Apparates und der Pumpung darstellt, bei der ersten Diskussion übergehen zu können.) Die Frage wird analog vor Öffnung des Hahnes *b* gestellt, mit dem Erfolg, dafs alle Schüler die richtige Prognose stellen. Man öffnet nun *b* und sieht die rote Flüssigkeit aufsteigen.

Schließlich wird die Hauptfrage aufgeworfen. Bei *x* stehen sich die rote und blaue Flüssigkeit einander gegenüber, die rote wie blaue angetrieben durch den Atmosphärendruck, dem sie aber jeweils träge durch ihren Bodendruck (per qcm) entgegenwirken. Die Schüler sind auf Grund dieser Anleitung in der Lage, voraussagen zu können, ob die rote oder blaue Flüssigkeit auf *x* den größeren Druck ausübt und was geschehen wird, wenn man (das Thor) den Hahn *x* öffnet. Das Eintreten des Ereignisses, wenn man den Hahn öffnet, (oder besser durch einen Schüler öffnen läfst) wird stets mit großer Spannung erwartet.

Benutzt man statt des 50 cm langen Rohres ein 70 cm langes und steckt dieses in das blaugefärbte Wasser, das andere 80 cm lange aber in Petroleum und verfährt in Diskussion und Versuch wie oben, so wird sich zwar zeigen, dafs bei *x* der Druck von Seite des Petroleums her überwiegt; nach Öffnung des Hahnes dringt das Petroleum demgemäfs auch vorwärts, aber ein Abfließen tritt nicht ein, die Berührfläche zwischen Wasser und Petroleum kommt in der schließlichen Ruhelage rund 50 cm hoch über dem Wasserniveau im Gefäfs *a* zu stehen.

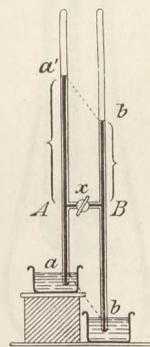


Fig. 2.

Es sei gestattet, noch auf eine Art theoretischer Demonstration hinzuweisen. Man denke über den Gefäßen *a* und *b* je ein Rohr von sehr großer Höhe (z. B. 20 m), die nach Art der Fig. 2 durch ein verschließbares Querrohr verbunden seien. Sind die Rohre luftleer und der Hahn *x* geschlossen, so steigt das Wasser in beiden Rohren nach Öffnung der Hähne um denselben Betrag (z. B. 10,33 m, bei 760 mm Druck!) in die Höhe; aber der Unterschied der oberen Niveaus in den Röhren ist dem Unterschied in der Höhenlage der unteren gleich.

Öffnet man den Hahn *x*, so tritt wie immer bei communicierenden Röhren ein Ausgleich der Höhenlage ein. Man konzentrierte dabei das Augenmerk des Schülers bloß auf die oberen Niveaus. Man entnimmt dem, daß die Flüssigkeit vom Gefäß mit dem höheren Niveau in das mit dem niedrigeren fließt und zwar so lange, bis in den Gefäßen *a* bzw. *b* das Niveau die gleiche Höhenlage erreicht hat.

Ein Apparat zur Demonstration der Gas- und Dampfgesetze bei Vorlesungen.

Von Prof. Dr. Ignaz Zakrzewski in Lemberg.

In den Vorlesungen über Experimentalphysik läßt sich bekanntlich der Mangel eines handlichen Apparates empfinden, an dem man die Gesetze von Boyle und Charles, wie auch das Verhalten des gesättigten und überhitzten Dampfes bequem und in etwas weiteren Grenzen den Druck oder Volumenveränderung demonstrieren könnte. Ich habe mir daher einen Apparat construiert, welcher sich sehr gut bewährt hat und dessen Abbildung kaum eine Erläuterung erheischt.

A und *B* (Fig. 1) sind zwei Messingrollen von etwa 18 cm Durchmesser, um deren einige Millimeter vertiefte Ränder ein etwa 0,5 mm starkes, 2 cm breites Stahlband ohne Ende läuft. *A* ist an einem Haken an der Decke oder der Aufhängevorrichtung aufgehängt, *B* an den Fußboden festgeschraubt; die Vorrichtung zum Spannen des Stahlbandes in *B* ist in der Fig. 2 deutlich ersichtlich. Das obere Ende der starken Spiralfeder wird nämlich durch Drehen der hohlen Schraube, welche in dem unteren Querbalken ihre Schraubenmutter hat, nach unten gedrückt; das untere zieht dann mittels eines innerhalb der Schraube laufenden Stahlstabes den oberen Querbalken sammt der darauf befestigten Rolle nach unten und spannt auf die Weise das Stahlband. Die durch einen Glashahn verschließbare Messröhre *a* (Fig. 1) wie auch die offene Manometerröhre *b* sind jede einzeln in Halter gefaßt, welche längs des Stahlbandes gleiten oder durch Stellschrauben an dasselbe festgeklemmt werden können. Beide Röhren verbindet ein starkwandiger mit Eisengarn umklöppelter Gummischlauch. Zur Arretierung der Röhren bei beliebiger Höhendifferenz dient die Stellschraube *c* (Fig. 2). Zur Ablesung des Niveauunterschiedes des Sperrquecksilbers in beiden Röhren dient das in Centimeter geteilte Messband, welches um zwei kleine Holzrollen läuft, von denen die obere an zwei ziemlich starken Spiralfedern aufgehängt, das Band genügend spannt. Der Nullpunkt der Teilung ist mit einem Zeiger versehen, welcher jede der Glasröhren berühren kann und beide Enden des Messbandes festhält. Der andere längs des Bandes verschiebbare Zeiger wird bei dem mit der Hand erreichbaren Quecksilberniveau eingestellt. Um der Undichtigkeit oder sogar dem Herausfliegen des Glashahnes an der Messröhre — was bei nur etwas höheren Gasdrucken vorkommt —

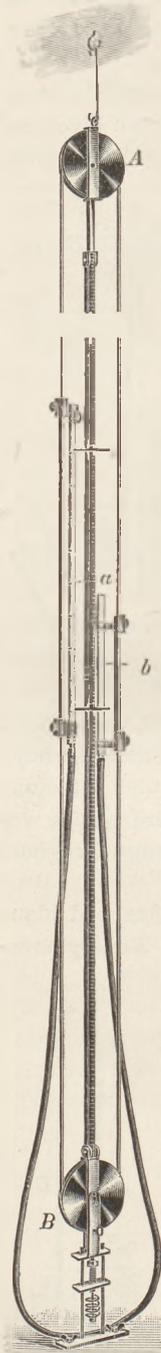


Fig. 1.

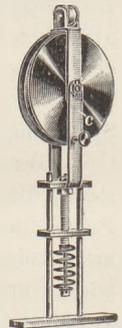


Fig. 2.

vorzubeugen, wird der Hahn in seinem Lager durch zwei starke Spiralfedern festgehalten.

Auf welche Weise nun der Apparat zu der Demonstration des Boyleschen Gesetzes oder des Überganges des (Äther-)Dampfes aus dem gesättigten in den überhitzten und umgekehrt verwendet wird, braucht wohl nicht näher erörtert zu werden. Bei der Demonstration des Gesetzes von Charles wird über den oberen Teil der Messröhre bis dicht unter den Hahn ein Glasmantel geschoben, welcher durch zwei durchbohrte und aufgeschlitzte Gummipfropfen auf der Röhre gehalten wird. Der Mantel wird abwechselnd mit Eiswasser und mit Wasserdampf von 100° C. gefüllt.

Der Apparat wurde in der mechanischen Werkstätte des physikalischen Institutes durch den Universitätsmechaniker Herrn Johann Bochnik tadellos ausgeführt.

Ein elektrisches Paradoxon.

Von Professor **Adami** in Hof.

Zu den folgenden Versuchen wurde ein gewöhnliches Elektroskop mit 3 cm langen Aluminiumblättchen und ein ebensolches Elektroskop mit Kondensatorplatten benutzt. Beide Apparate müssen in tadellosem Zustande sein; verschiedene Versuche mit alten Apparaten ergaben ein negatives, d. h. gar kein Resultat.

Außerdem wurde eine gewöhnliche Zamboni-Säule von 19 cm Länge und 18 mm Durchmesser, sowie eine Nernst-Säule von 10 cm Länge und 5 mm Durchmesser benutzt.

Zur Abkürzung soll das gewöhnliche Elektroskop als Elektroskop I und das Kondensatorelektroskop als Elektroskop II, die Zamboni-Säule als Z-Säule und die Nernst-Säule als N-Säule bezeichnet werden.

Hält man die N-Säule an den Knopf des Elektroskopes I, so divergieren die Aluminiumblättchen und bilden einen Winkel von 30°. — Hält man die Z-Säule an den Knopf des Elektroskopes I, so erhält man keine oder nur eine geringe Divergenz der Aluminiumblättchen.

Hält man die N-Säule an die untere Platte des Elektroskopes II, berührt die obere Platte ableitend, entfernt die Ableitung und hierauf die N-Säule, so erhält man nach dem isolierten Abheben der oberen Platte keine oder nur eine geringe Divergenz der Aluminiumblättchen. — Verfährt man dagegen mit der Z-Säule in genau derselben Weise, so bilden die Aluminiumblättchen nach dem Abheben der oberen Platte, falls genügend Raum für dieselben vorhanden ist, einen Winkel von mehr als 180°.

Während also beim Elektroskop I die N-Säule eine grofse, die Z-Säule dagegen eine verschwindende Wirkung hervorbringt, erhält man beim Elektroskop II mit der Z-Säule die grofse und mit der N-Säule die kleine Wirkung.

Auf den Vorschlag des Herrn Dr. Wehnelt in Erlangen wurde die Versuchsanordnung so eingerichtet, dafs jede Berührung der Apparate mit den Händen vermieden wurde, auferdem die Gläser der Elektroskope aufsen und innen mit Staniolbelegungen versehen und jede der Belegungen zum Erdboden abgeleitet, ferner die Ablesung mittelst Mafsstab und Fernrohr vorgenommen, sowie die Ablesungsergebnisse notiert; das Ergebnis war immer das gleiche.

Zum Vergleich wurden dieselben Versuche mit einer Akkumulatorenbatterie angestellt. Diese ergab an Elektroskop I selbst bei 110 Volt Spannung noch keine Divergenz der Aluminiumstreifen, dagegen an Elektroskop II einen mit der Zahl der Akkumulatorzellen wachsenden Ausschlag, der bei 8 Zellen bereits 35 mm betrug und bei 20 Zellen die Blättchen zum Anschlagen an die Glaswand des Elektroskops brachte.

Man erzielt also mit der Z-Säule dieselbe Wirkung wie mit 20 Akkumulatorzellen, obwohl die Säule keine so grofse Elektrizitätsmenge wie diese, aber allerdings dafür eine gröfsere Spannung aufzuweisen hat.

Es wurde nun eine N-Säule von nur 7,5 mm Länge und 12 mm Durchmesser konstruiert. Man erhielt mit dieser Säule, die noch nicht 1 cm lang war, beim Elektroskop II bereits einen Ausschlag von 180°. Dagegen bewirkt diese Säule an Elektroskop I ebenfalls keinen Ausschlag.

Herr Geheimrat Prof. Dr. A. Slaby, dem ich die zuerst angeführten Versuche mitteilte, hat sie wiederholt und bestätigt gefunden. Er ist der Meinung, der Grund der Erscheinung sei darin zu suchen, daß die Nernst-Säule bei größerer Spannung eine wesentlich geringere Kapazität besitze als die Zamboni-Säule.

Weitere Versuche mit geachteten Säulen unter Anwendung eines Quadrantelektrometers dürften zur Lösung des Problems führen.

Verteilungswiderstände für Starkstromleitungen.

Von Professor M. Rusch in Wien.

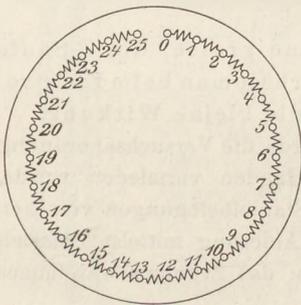
In dieser Zeitschrift XIII 326 beschreibt Herr J. KLEIBER in München einen Apparat, der in sehr zweckmäßiger und eleganter Weise gestattet, den Straßensstrom zu jedem Versuch zu benutzen. Da jedoch nicht viele Anstalten in der glücklichen Lage sein dürften, sich einen solchen Apparat anzuschaffen, sei es mir gestattet, auf zwei andere billige und praktische Apparate hinzuweisen, die ich mit bestem Erfolge benutze.

Der erste dieser Apparate ist ein gewöhnlicher Wasserwiderstand. In eine ca. 30 cm lange, 15 cm breite Glaswanne hängen 4 Zinkplatten; dieselben sind in Holzleisten gesteckt, die auf dem Rande des Glases lagern und sich leicht verschieben lassen. In die Eckplatten wird der Hauptstrom geleitet, von den Mittelplatten der zum Experimentieren dienende Strom abgenommen; je näher diese Mittelplatten aneinanderrücken, desto kleiner die Spannung etc.; da sich auch die Eckplatten verschieben lassen, ebenso durch Heben und Senken der Platten der Widerstand variiert werden kann, so bietet sich eine Fülle von Combinationen, die kaum ein zweiter Apparat haben dürfte; natürlich läßt sich auch Parallelschaltung durchführen, indem man den Experimentierstrom ebenfalls von den Eckplatten, die dann wohl meist nahe aneinander zu rücken sind, abnimmt. Bei Wechselstrom erweist sich der Apparat als ein ebenso billiges wie praktisches Hilfsmittel; bei Gleichstrom allerdings ergibt sich ein großer Nachteil aus der chemischen Zersetzung des Wassers, die man jedoch vermeiden kann, wenn man das Wasser durch Zinkvitriollösung ersetzt.

Bei dem zweiten von mir benutzten Apparat — der vom Mechaniker Pickhart in Wien X, Waldgasse 40 (Preis des Apparates Mk. 100), angefertigt ist — sind 25 Neusilberspiralen, jede zu 4 Ohm Widerstand, in der Peripherie eines Kreises von ca. 25 cm Durchmesser angeordnet (s. Fig.); die Höhe beträgt ungefähr 1 m. Das untere Ende jeder Spirale ist durch einen Kupferdraht mit dem oberen Ende der nächsten Spirale verbunden. Die Spiralen an der oberen Holzplatte enden in Messinghülsen, in welche Klemmschrauben als Steckkontakte passen, wodurch es sehr leicht ist, eine beliebige Zahl von Spiralen ein- oder auszuschalten, beliebig viele Ströme im Nebenschluß abzuleiten, jeden für sich zu commutieren etc. Die erste und letzte Spirale stehen mit einander in keiner Verbindung; um das zu starke Schwingen der Spiralen — wodurch eventuell ein Kurzschluß hervorgerufen werden könnte — zu verhüten, ist in der Mitte ein Asbestband durchgeschlungen. Die Spiralen vertragen für kurze Zeit einen Maximalstrom von 10 A.

Diesen Apparat kann man nun zunächst als gewöhnlichen Vorschaltwiderstand benutzen und, da 100 A. Widerstand zur Verfügung stehen, eine reiche Zahl von Combinationen treffen.

In den meisten Fällen erweist es sich aber zweckmäßiger, den Strom im Nebenschluß abzunehmen. Sind die Enden 0 und 25 mit dem Hauptstrom verbunden, ist also der gesamte Widerstand eingeschaltet, so verteilt sich auch die Gesamtspannung auf 25 Teile, somit ist zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kontakten — gleichgiltig welchen — eine Spannung von $E = \frac{V}{25}$ ($V = 110$, $E = 4,4$ V.). — Leider ist die gewöhnlich zur Anwendung kommende Straßenspannung 110 V., eine wegen der geringen Faktorenzahl ungeschickte Zahl;



Wechselstrom hat meist 100 V., sodafs zwischen zwei Contacten die Spannung 4 V. herrscht. — Schaltet man also z. B. den zu demonstrierenden Apparat mit den Contactpunkten 10 und 15, so hat man eine Spannung von $5 \cdot \frac{V}{25}$ ($5 \times 4,4 = 22$ V., resp. 20 V.) zur Verfügung. Versetzt man dabei den Stöpsel aus 10 nach 20, so wird der Strom bei gleicher Spannung im Nebenschlufs in entgegengesetzter Richtung fliefsen. Verbindet man den Hauptstrom mit 4 und 22, so erhält man für jede Spirale einen Spannungsabfall von $\frac{110}{22} = 5$ V. u. s. f. Dafs durch diese Anwendung dem Schüler das Ohmsche Gesetz deutlich vor Augen geführt wird, ist besonders hervorzuheben. Als Voltmeter und Ampèremeter läfst sich dabei in vorzüglicher Weise das Schulgalvanometer von Hartmann & Braun benutzen.

Weitere Combinationen, die zugleich Anwendungen für die Kirchhoffschen Sätze bilden, ergeben sich durch Teilung des Hauptstromes. Man verbinde z. B. die Punkte 0 und 24 mit dem positiven Pol, 12 mit dem negativen Pol der Strafsenleitung, so wird der Strom halbiert; man hat zugleich ein getreues Bild des Commutators einer Gleichstrommaschine; man kann sich durch eingeschaltete Ampèremeter von der Gleichheit beider Einzelströme sowie davon überzeugen, dafs der von 12 abgehende Strom gleich der Summe der beiden ist. Natürlich lassen sich auch andere Teilungen durch Versetzen des Contactes 12 nach einem anderen Punkte, z. B. nach 6, wodurch der eine Strom durch 6, der andere durch 18 Spiralen fliefst etc., durchführen. Man gewinnt dadurch eine Reihe von Aufgaben, die von den Schülern rechnerisch gelöst und durch den Versuch rasch verifiziert werden können. Dadurch ist es auch möglich, stärkere Ströme als solche, welche der Rheostat vertragen kann, durch einen Apparat zu senden. Will man z. B. die Kraftlinien eines geradlinigen Leiters zeigen, so braucht man 15 und mehr Ampère. Verbinden wir nun den positiven Pol der Strafsenleitung mit den Punkten 9 und 16 und den Punkt 12 mit dem geradlinigen Leiter und diesen mit dem negativen Pol, so werden durch die Strecke 9—12 $\frac{110}{12} = 9$ A., durch die Strecke 12—16 $\frac{110}{16} = 7$ A., somit durch den Leiter rund 16 A. gehen.

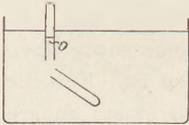
Auch das Prinzip der Wheatstoneschen Brücke läfst sich leicht zeigen. Verbindet man z. B. wieder den positiven Pol mit den Punkten 0 und 24, den negativen mit 12, so zeigt sich, dafs, da zwei von dem Punkt 12 gleich weit liegende Punkte gleiche Spannung besitzen, das Voltmeter keinen Ausschlag giebt, wenn man es mit zwei solchen Punkten, z. B. 8 und 16, verbindet, dafs aber ein Ausschlag erfolgt, wenn man zwischen zwei beliebige Punkte der einen Seite einen Widerstand (allerdings im Nebenschlufs) einschaltet. Natürlich lassen sich daran wieder verschiedene Übungen knüpfen; z. B. man verbinde den negativen Pol mit Punkt 6 und suche die Punkte jedes Teilkreises, welche gleiche Spannung haben oder man schalte +P mit 0 und 21, —P mit 10 und suche die Punkte, deren Potentialdifferenz 1, 2, 3, 4 . . . V. ist etc.

Ein noch reichhaltigeres Übungsfeld erhält man durch Parallelschalten. Verbindet man z. B. die Punkte 7 und 19 mit den Polen der Strafsenleitung, die Punkte 1 und 25 mit dem betreffenden Apparat, so geht von 7 aus ein Strom durch 12 Spiralen nach 19, der eine Stromstärke von $i = \frac{110}{48} = 2,3$ A. hat, während gleichzeitig ein ebenso starker Strom von 7 über 1 nach 25 und von da nach 19 geht. (Der Widerstand des eingeschalteten Apparates ist als gering vorausgesetzt.) Will man Ströme haben, die sich wie 1:2 verhalten, so wird man so schalten, dafs sich die Widerstände wie 2:1 verhalten, also z. B. + Pol, 5—17, — Pol und 1 mit 19 verbinden.

Es wäre überflüssig, noch weitere Beispiele anzuführen. Zum Schlusse sei nur wiederholt, dafs mir der Apparat vorzügliche Dienste leistet und ich den Strafsenstrom dadurch in bequemere Weise zu allen Versuchen verwenden kann.

Für die Praxis.

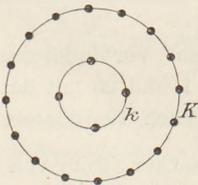
Dampfdruck von Äther. Von H. Rebenstorff in Dresden. Mit dem die Verwendung des Cartesianischen Tauchers beim elementaren Unterrichts erleichternden Taucherröhrchen (*d. Zeitschr. XIII 249; Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden, 1900*) kann der Dampfdruck von Äther wie folgt gezeigt werden. Ein nur wenig tiefes, weites Glasgefäß, Akkumulatoren- oder dergl. wird mit Wasser gefüllt und ein Röhrentaucher so eingesenkt — unter Schräghalten oder heftigem Erschüttern in der a. a. O. beschriebenen Weise — daß er das Untersinken eines Körpers infolge der geringen Wasserverdrängung demonstriert. Durch einige Tropfen Äther, die man in dem Taucher emporsteigen läßt, erlangt er seine Schwimmfähigkeit zurück. Sehr einfach kann dies so ausgeführt werden. Ein recht kleines Reagensglas oder zweites Taucherröhrchen, dessen seitliche Öffnung man mit dem Finger überdeckt, wird fast ganz mit Wasser, alsdann vollends mit Äther gefüllt und nach dem Zuhalten umgekehrt in das Wasser eingesenkt. Mit der andern Hand wird hierauf das erste Taucherröhrchen soweit emporgezogen, daß man unter dessen Öffnung den Äther aus dem andern Gläschen bequem nach oben gewissermaßen ausgießen kann (s. Figur). Der nunmehr an der Oberfläche schwimmende Taucher steigt in kurzer Zeit immer weiter aus dieser empor, bis ein aus der seitlichen Öffnung dringender Luftstrom ihn vorübergehend wieder etwas zurücksinken läßt.



An dieser einige Male sich wiederholenden Bewegung beobachtet die Klasse recht bequem den Fortschritt der durch die Luft gehemmten Bildung des nach oben diffundierenden Ätherdampfes.

Die Einfachheit und Anschaulichkeit des Verfahrens macht es lohnend, in demselben Wassergefäß nebeneinander mit Luft und mit Wasserstoff gefüllte Taucher zu benutzen, um zu zeigen, daß infolge der schnelleren Diffusion des letzteren Gases der Dampfdruck des Äthers in ihm früher den Grenzwert erreicht. Das Austreten von Luftblasen aus der seitlichen Taucheröffnung wiederholt sich bei Wasserstoff in kürzeren Zeitabschnitten. Für diesen Versuch sind auch zwei mit Blei beschwerte Reagensgläsertaucher ohne seitliche Öffnung gut verwendbar; nur die Füllung mit der entsprechenden Luftmenge ist etwas umständlicher (vergl. *d. Zeitschr. XI 213*, bez. einer bequemen Art der Beschwerung durch Blei *XIII 249*). Das schnellere Herauswachsen des mit Wasserstoff versehenen Gläschens aus der Wasserfläche zeigt recht anschaulich die größere Diffusionsgeschwindigkeit dieses Gases.

Einfacher Versuch zur sphärischen Abweichung bei Sammellinsen. Von K. Berndt in Lindach (Ob.-Österreich). Auf ein Kartonblatt zeichnet man, wie die nebenstehende Figur zeigt, 2 concentrische Kreise K und k , deren größerer K etwas kleiner ist, als die Öffnung der biconvexen Linse. Längs der Kreislinie K werden beispielsweise 16,



längs jener von k 4 Löcher mittels einer Stecknadel gestochen. Man legt nun den Karton derart auf die Sammellinse, daß der Kreismittelpunkt in die Achse zu liegen kommt, und hält die verdeckte Seite der Linse gegen eine Lichtquelle (Sonne, Lampen- oder Kerzenlicht). Wird sodann hinter die Linse in unmittelbarer Nähe ein weißer Papierschirm gehalten, so erscheinen auf diesem die Lichtbilder in 2 concentrischen Kreisen, deren Radien infolge Convergences der gebrochenen Strahlen kleiner sind als auf dem Kartonblatt. Bei allmählicher Entfernung des Schirmes nähern sich die Lichtbilder des größeren Kreises K viel rascher als jene des kleineren Kreises k . Bei einer bestimmten Entfernung des Schirmes erscheinen die Bilder des Kreises K bereits in einem Punkte der Achse vereinigt, während die 4 Lichtbilder von k ringsum gruppiert sind. Rückt man den Schirm noch etwas weiter, so erscheinen die 4 Lichtbilder von k in einem Punkt vereinigt, während sich die Strahlen von K schon wieder von einander entfernt haben und einen Kranz von Lichtpunkten um jenen bilden.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Das Luftbarometer. In unserm Bericht über das Luftdruckaräometer von K. T. Fischer (*D. Ztschr. XIV 95*) war ein ähnlicher älterer Apparat eines englischen Arztes Olivier erwähnt worden. Wie H. A. NABER in Amsterdam in den *Ann. d. Physik 4, 815* mitteilt, ist dieser Apparat nicht von Olivier, sondern von Caswell, Professor der Astronomie zu Oxford, construiert und in den *Phil. Transact.* vom Jahre 1805 beschrieben worden. Obwohl bei demselben eine constante Temperatur nicht erreicht wurde, war er ein ausgezeichnetes Variationsbarometer, 1200 mal genauer wie das Quecksilberbarometer, so dafs damit nicht nur die mit dem Wind zusammenhängenden Luftdruckänderungen, sondern auch die strahlende Wärme der Wolken beobachtet werden konnte.

NABER giebt einen Überblick über die verschiedenen Formen der „Luftbarometer“ und stellt die unwahrscheinliche Vermutung auf, dafs das berühmte „Planetarium“ des Archimedes auf demselben Prinzip beruhte. Eine ähnliche Vorrichtung war nach des Verfassers Ansicht auch das von Drebbel im Jahre 1612 construierte „Perpetuum mobile“.

NABER selbst hat mehrere Apparate zu Luftdruckmessungen construiert. Der erste ist ebenfalls ein Variationsbarometer; es besteht aus einem grofsen, mit Luft gefüllten cylindrischen Gefäfs, das in Wasser oder Petroleum untertaucht und von einem Spiralrohr umgeben ist (Fig. 1). Die Flüssigkeit geht in dem Rohr bis zum Punkte *C* und ändert dessen Lage je nach dem äufseren Druck. Der Hahn *A* dient zur Einstellung des Meniskus *C*, der Hahn *B* zu Reinigungszwecken. — Der zweite Apparat beruht auf einem von Hooke im 18. Jahrhundert angegebenen Prinzip und ist eine Vereinigung von Luft- und Flüssigkeitsthermometer. Der Hookesche Apparat ist längere Zeit benutzt, von Adie als „Sympiesometer“ neu erfunden, dann nach Einführung des Aneroids wieder vergessen worden. NABER hat bei seiner Anordnung ein Luft- und ein Quecksilberthermometer, die wagrecht parallel durch einen Gummiring mit einander verbunden sind; sie befinden sich in einer mit Wasser gefüllten Röhre, die an einer Stelle mit der Atmosphäre kommuniziert. Die Thermometer sind so eingerichtet, dafs bei blofser Erwärmung der relative Stand des Luft- und Quecksilbermeniskus nicht geändert wird. Bei Variationen des äufseren Luftdrucks ändert sich aber dieser relative Stand; bei den Dimensionen des NABERSCHEN Instruments war 1 mm Veränderung dieses relativen Standes etwa identisch mit 1 mm des Quecksilberbarometers.

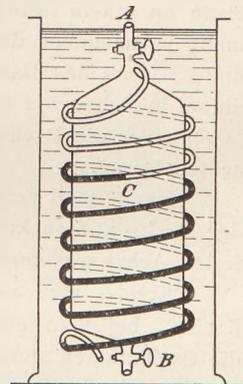


Fig. 1.

Endlich construierte NABER noch einen Apparat zur Bestimmung des Druckes mittelst des Boyleschen Gesetzes. In Fig. 2 ist der Raum *B* mit trockener Luft, *C* mit Schwefelsäure oder Petroleum gefüllt. Der Raum *A* ist zwischen *a* und *b* ein genau festgestellter Bruchteil ($\frac{1}{n}$, etwa $\frac{1}{50}$) von *B*. Das Rohr *E* führt zu dem vom Verf. construierten Wasserstoffvoltmeter, welches eine sehr einfache Einrichtung besitzt, um Druckunterschiede herzustellen und zu messen, und hier nur in dieser Eigenschaft benutzt wurde. Zuerst wird nach Öffnung des Hahns *F* die Flüssigkeit bei *b* eingestellt und der hierbei vorhandene Minderdruck p_1 bestimmt. Dann stellt man die Flüssigkeit bei *a* ein, schließt den Hahn und stellt nun von neuem bei *b* ein; der jetzt gröfsere Minderdruck ist p_2 . Der gesuchte Barometerstand ist dann $(p_2 - p_1) (n + 1) / 13,6$.

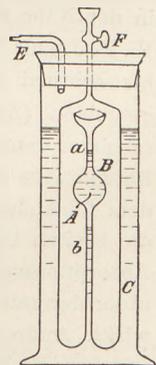


Fig. 2.

NABER führt noch weiter aus, dafs nach seiner Meinung das „Luftbarometer“ alle Anforderungen eines guten Barometers erfülle und deshalb mehr beachtet werden solle. Es sei das Barometer der Natur; dafs viele Tiere so gute Wetterpropheten sind, sei wohl auch der Änderung der Luftvolumina in ihrem Körper zuzuschreiben.

Schk.

Die Kreiselversuche mit Hilfe eines Velocipedrades. Von Chas. T. KNIPP (*Physikalische Zeitschrift II, 613; 1901*). Bei der meist benutzten Form des Gyroskopes sind die Oscillationen der Achse nur schwer oder garnicht zu beobachten, da die Bewegung durch die Reibung auf der Unterlage so stark gedämpft wird, daß eine gleichförmige Präcessionsbewegung stattfindet. Demgegenüber bietet nun die Verwendung eines Velocipedrades als Schwungmasse verschiedene Vorteile.

Auf die Achse des samt dieser und dem Kugellager aus der vorderen Gabel genommenen Rades wird ein 9 Zoll langes $\frac{3}{8}$ zölliges Gasrohr aufgeschraubt, das an seinem freien Ende der Länge nach eingeschlitzt und mit äußerem Gewinde versehen ist. Durch Aufschrauben eines gewöhnlichen Zwischenstückes wirkt dieses Rohrende als Klemme, mittelst deren man die Achse durch Ansetzen von Eisen- oder Messingstäben beliebig verlängern kann.

Das Rad allein, aus dem Velociped genommen, an der genügend weit hervorragenden Achse mit der Hand gehalten und in Drehung versetzt, zeigt deutlich die Präcessionsbewegung.

Wird die Achse in der oben beschriebenen Weise auf 3—4 Fufs verlängert, an ihrem freien Ende mit einem verschiebbaren Gewicht versehen, und nun das Ganze mit seiner Mitte an einem festen Strick aufgehängt, der auch am Boden straff befestigt ist, so erhält man, je nachdem das Gewicht innerhalb oder ausserhalb der Gleichgewichtslage sich befindet, wenn das Rad in Bewegung ist, die Präcessionsbewegung im einen oder anderen Sinne, begleitet von deutlich sichtbaren Oscillationen, die um so kleiner und häufiger werden, je schneller die Drehung des Rades ist, und die sich bis zum 6. bis 7. vollen Umlaufe beobachten lassen.

Hängt man den Apparat nach Entfernung des Gegengewichts mit vertikaler Achse an der Decke auf, so kann man, besonders wenn der Stab biegsam ist, den Widerstand einer freien Achse gegenüber jeder Richtungsänderung beobachten.

Ersetzt man die Achsenverlängerung durch eine Holzspitze, so erhält man einen Kreisel, bei dem ebenfalls, aber nur für einen vollen Umlauf der Präcessionsbewegung, die Oscillationen sichtbar sind.

B. v. Cz.

2. Forschungen und Ergebnisse.

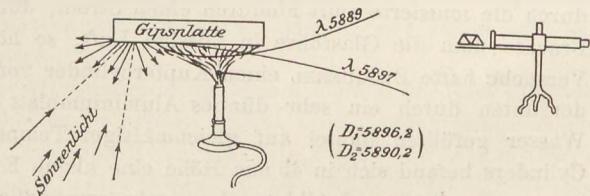
Die anomale Dispersion des Natriumdampfes und das Sonnenspektrum. Wie in dieser Zeitschrift (*XII 354*) berichtet wurde, hat Becquerel nachgewiesen, daß der Natriumdampf in der Nähe der *D*-Linien sehr starke anomale Dispersion besitzt. Nach der Schätzung von W. H. JULIUS hat bei jenen Versuchen das nächste Nachbarlicht neben *D*₁ und *D*₂ eine sechs- bis achtmal stärkere Brechung in dem Natriumdampfe erlitten als das Spektrum im allgemeinen (*Astrophys. Journ. XII 185; Naturw. Rdsch. XV 625; 1900*). Die Absorptionslinien erscheinen demnach zu breit und zwar um den vom abgelenkten Nachbarlicht leer gelassenen Raum. Aus der Anordnung des Becquerelschen Versuches geht deutlich hervor, was aus dem fehlenden Licht geworden ist; unter andern Umständen hätte man aber wahrscheinlich die breiten Bänder ganz auf Absorption zurückzuführen gesucht. Bei Untersuchungen über Absorptionsspektren von Gasen und Dämpfen muß daher darauf geachtet werden, daß die absorbierende Substanz überall gleiche Dichte besitzt und nicht stellenweise wie ein Prisma wirkt. Andererseits kann jenes außerhalb des gewöhnlichen Spektrums befindliche Licht leicht mit dem Lichte der Emissionslinien *D*₁ und *D*₂ verwechselt werden, während es in Wirklichkeit nur abgelenktes Nachbarlicht ist. Was hier vom Natriumdampf ausgeführt ist, dürfte für andere Gase und Dämpfe in gleicher Weise gelten.

Diese Anschauung dient JULIUS dazu, um verschiedene Eigentümlichkeiten des Sonnenspektrums zu erklären. Das Spektrum der obersten Gasschicht der Sonne, der Chromosphäre, wie man es bei totalen Sonnenfinsternissen erblickt, zeigt die hellen Linien der in ihr enthaltenen Gase und Dämpfe. Diese hellen Linien brauchen aber nicht durchweg auf Emission

zu beruhen, sondern können wenigstens teilweise durch anomale Brechung der aus der Photosphäre stammenden Lichtstrahlen, deren Wellenlängen nur wenig von denen der Nachbarlinien im Fraunhoferschen Spektrum abweichen, entstanden sein. Hierfür spricht die verschiedentlich beobachtete Pfeilgestalt der Linien, die sich dadurch erklärt, daß die Brechung neben einer Linie sehr rasch in den normalen Wert übergeht. Ferner stimmen die bei Anfang und Ende der Totalität blitzartig auftretenden hellen Linien in Wellenlänge und Intensität nicht genau mit den entsprechenden Fraunhoferschen Linien überein. Auch das Auftreten von langen und kurzen Linien in den Spektren verschiedener Elemente ist möglicherweise ein Anzeichen von Brechungsanomalien und nicht von Dissoziationen. Die Verbreiterung und Verschiebung der hellen Linien in den Sonnenflecken und Protuberanzen, die auf erhöhte Temperatur bezw. auf gewaltige Eruptionen mit riesigen Geschwindigkeiten zurückgeführt wurden, sind möglicherweise auch nur durch anomale Dichtezustände in den oberen Sonnenschichten veranlaßte, stark abgelenkte Nebenstrahlungen.

Die Juliussche Theorie hat umso mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als es mehreren Forschern gelungen ist, durch eine einfache Versuchsanordnung die Verhältnisse im Sonnenspektrum nachzuahmen. EBERT beleuchtete mit einer Bogenlampe eine Linse so, daß von ihr Strahlen nach verschiedenen Richtungen ausgingen; die Linsenfläche stellte dann die Sonne dar (*Astron. Nachr.* 155, 177; *Naturw. Rdsch.* XVI 337; 1901). Die Strahlen passierten eine Natriumflamme. Das auf den Spektralspalt fallende Linsenbild zeigte an der Stelle der Flamme eine deutliche Verdunkelung; man hatte also ein verkleinertes Sonnenbild mit einem Flecken. Wurde mit feinstem Spalt ein schmaler Bereich über dem Flecken herausgeschnitten und zu einem langen Spektrum ausgezogen, so zeigten sich die Natriumlinien in der That außerordentlich verbreitert. Erhebliche Verschiebungen der Linien würden auf Grund des Dopplerschen Prinzips auf enorme Bewegungen schließen lassen, von denen doch hier gar keine Rede sein kann. — Auch die Protuberanzen gelang es EBERT dadurch nachzuahmen, daß er eine Randpartie der die Sonne darstellenden Linse durch das Spektroskop betrachtete. Waren die von diesem Randstücke kommenden Strahlen vorher durch die Natriumflamme gegangen, so sah man den künstlichen Sonnenrand sich heben, und es traten zu beiden Seiten des Ortes der Natriumlinien blendend helle Flammensäulen auf, die ganz den Charakter einer Protuberanz besaßen. Verdeckte man das Licht der Bogenlampe, so verschwand die künstliche Protuberanz und die schwachleuchtenden eigentlichen Natriumlinien wurden sichtbar. Die künstlichen Protuberanzen zeigen ebenso wie die natürlichen die charakteristische pfeilspitzenförmige Gestalt.

In etwas anderer Weise erzeugte R. W. WOOD das bei totalen Finsternissen blitzartig aufleuchtende „Flash-Spektrum“ des Sonnenrandes (*Phil. Mag.* VIth Ser. Vol. 1, 551; 1901). Er brachte unter eine horizontale weiße Gipsplatte (s. Fig.) eine mit Natrium gespeiste Bunsenflamme. Da die Flamme von der Gipsplatte abgekühlt wird, so bilden sich unter dieser Schichten des Natriumdampfs von verschiedener Dichte. Auf eine Stelle der Gipsplatte neben der Flamme wurde dann mit einem großen Spiegel von unten Sonnenlicht konzentriert, so daß hier ein hell leuchtender Fleck erschien, dessen Strahlen auch durch den Natriumdampf hindurchgehen mußten. Richtete man nun von der Seite ein Fernrohr mit gradsichtigem Spektroskop auf den Fleck, so erschienen bei geeigneter Stellung die Fraunhoferschen Linien. Brachte man das Spektroskop in die Ebene der erleuchteten Fläche und speiste die Flamme mit frischem Natrium, so verschwand das Sonnenspektrum und zwei helle Linien erschienen fast genau an der Stelle der Natriumlinien. Beim Abblenden des Sonnenlichts verschwanden diese Linien sofort.



Eine nähere Untersuchung der Linien ergab, daß sie durch Lichtstrahlen veranlaßt waren, die unmittelbar neben den Natriumlinien nach der blauen Seite des Spektrums hin lagen. Es war also Licht, für welches das Medium einen abnorm niedrigen Brechungsindex besitzt, so daß es um die Ecke der Platte herum in das Spektroskop hineingebeugt wird. In der That hat Natriumdampf für Wellen, die etwas kürzer sind als D_1 und D_2 , einen Brechungsexponenten kleiner als 1. Für Wellen, die etwas länger sind als die D -Linien, ist der Brechungsquotient aber größer als 1; diese Strahlen müssen daher konvex nach unten hin gebrochen werden (siehe Figur). Bewegt man das Spektroskop in die Richtung dieser Strahlen, so macht das helle Sonnenspektrum die Beobachtung unmöglich. Bringt man aber einen Schirm in eine solche Stellung, daß das Licht des hellen Flecks gerade abgeblendet ist, so erblickt man in der That die hellen Linien auf der roten Seite der Natriumlinien.

Dieselben Erscheinungen waren auch wahrzunehmen, wenn man anstelle des hellen Flecks auf der Gipsplatte einen von einer Bogenlampe beleuchteten Spalt nahm und die ganze Anordnung dementsprechend abänderte. Genauere Messungen ließen sich aber erst anstellen, als WOOD die unregelmäßige Natriumflamme durch ein mit Glimmerfenstern versehenes Metallprisma ersetzte, das in einer Wasserstoffatmosphäre Natriumdampf enthielt. Hier war die Krümmung des Spektrums in der Nähe der Absorptionslinien viel größer; in einem Falle war die totale seitliche Verschiebung 400 mal größer als die Entfernung zwischen den D -Linien. Das Spektrum ist vollkommen ruhig, anstatt zu flackern, wie bei der prismatischen Flamme. Weitere Angaben darüber stellt der Verf. für die Zukunft in Aussicht. *Schk.*

Ströme in Elektrolyten. VON CAMICHEL und SWYNGEDAUF (*C. R. CXXXI 375, 1900*). Die Verf. versuchten Ströme in rein elektrolytischen Stromkreisen zu erzeugen, und zwar sowohl durch Induktion als durch Berührung der metallischen Lösungen. Zu dem ersteren Zwecke benutzten sie einen Transformator, dessen primäre Wickelung aus zwei Spulen bestand, durch die ein Wechselstrom geschickt wurde. Zwischen den beiden Spulen befand sich der elektrolytische Stromkreis: angesäuertes Wasser in fünf Windungen mit dem Widerstande von etwa 70 Ohm. Durch eine thermoelektrische Sonde aus Eisen-Constantan wurde die Erwärmung des Wassers gemessen, die sehr deutlich war. Eine Gasentwicklung konnte in einem derartigen rein elektrolytischen Stromkreise ohne Metallelektroden nicht wahrgenommen werden, woraus man schließen könnte, daß ein Elektrolyt von einem Strom, ohne zersetzt zu werden, durchlaufen werden kann. Eine flüssige Kette aus Schwefelsäure, Chlorkalium und Chlornatriumlösung in Wasser liefs bei der geringen Empfindlichkeit des von den Verff. benutzten Galvanometers keine Strombildung erkennen. *Schk.*

Becquerelstrahlen. Die in dieser Zeitschrift (*XIII 345*) bereits berichtete Abnahme der Wirkung der strahlenden Körper bei tiefen Temperaturen wurde von BECQUEREL bestätigt (*C. R. CXXXIII, 199; 1901*). In einem an einem Ende geschlossenen Glasrohr befand sich ein Stück Uran unter einer kleinen isolierten Kupferplatte. Dieses System erzeugte durch die ionisierte Luft hindurch einen Strom, durch den ein Elektroskop geladen wurde. Brachte man die Glasröhre in flüssige Luft, so hörte der Strom auf. Bei einem anderen Versuche hatte BECQUEREL einen Kupfercylinder von 63 mm Durchmesser und 87 mm Höhe, der unten durch ein sehr dünnes Aluminiumblatt geschlossen war und durch einen mit Wasser gefüllten Mantel auf gleichmäßiger Temperatur gehalten wurde. Im Innern des Cylinders befand sich in 45 mm Höhe eine kleine Kupferplatte an einem Metallstab, der isoliert und mit dem Goldblatt eines sehr empfindlichen Elektroskops in Verbindung stand. Der Cylinder wurde durch eine kleine Batterie auf constantem Potential gehalten. Brachte man nun in etwa 13 mm Entfernung unter das Aluminiumblatt eine Uranscheibe von 67 mm Durchmesser, so lud sich das isolierte System bis auf 0,108 Volt pro Sekunde. Kühlte man jetzt die Uranscheibe bis zur Temperatur der flüssigen Luft ab, so wurde die Ladung immer langsamer, bis zu einem Werte von 0,054 Volt pro Sekunde, d. h. gerade der Hälfte des vorigen. Wurde die Scheibe wieder bis auf 0° erwärmt, so stieg die Geschwindigkeit der Ladung bis auf 0,092 Volt pro Sekunde. Im Innern des Cylinders hatte sich die Temperatur während des Versuches nicht merklich geändert. Dagegen bestand die 13 mm dicke Luft-

schicht zwischen Uran und Aluminium natürlich aus Schichten sehr verschiedener Temperatur, von der der flüssigen Luft bis zu der des Zimmers ($+24,8^{\circ}$). Da diese Schichten wahrscheinlich die sehr absorbierbaren Strahlen, welche die Luft ionisieren, viel stärker absorbieren als vorher, so braucht die geringere Wirkung nicht notwendig auf einer verringerten Aktivität des Urans, sondern auf einer stärkeren Absorption durch die abgekühlten Luftschichten zu beruhen.

Auf die letztere Erklärung deuten auch die Ergebnisse einiger anderen Versuche hin. Wurde die Uranscheibe einen Centimeter unter ihre erste Stellung gebracht, so ging die Ladung von 0,097 Volt pro Sekunde um 0,473 jenes Wertes zurück. Bedeckt man dagegen vor diesem Versuche die Uranscheibe mit einer Aluminiumplatte, welche die strahlende Wirkung auf etwa ein Drittel (0,345) reduziert, so bringt eine Entfernung um 1 cm nur einen Rückgang der Entladungsgeschwindigkeit von 0,785 hervor. Die letztere Zahl dürfte daher die durch die Änderung der Entfernung bewirkte Intensitätsverringerung ausdrücken, während die Wirkung der Absorption durch die Luftschicht von 1 cm Dicke auf die Strahlen, welche die Aluminiumplatte nicht durchdringen, gemessen wird durch das Verhältnis 0,603, dessen Produkt mit 0,785 die oben gefundene Zahl 0,473 ergibt. So sind die sehr absorbierbaren Strahlen zugleich diejenigen, welche die stärkste Ionisation der Luft bewirken und in dem Versuche mit der flüssigen Luft durch die sehr dichte, kalte Luftschicht absorbiert werden.

Auf Grund einer mit diesen Zahlen ausgeführten Rechnung kommt der Verf. zu dem Schlusse, daß die Intensität der Uranstrahlung bei der Temperatur der flüssigen Luft sich von der Intensität der Strahlung bei gewöhnlicher Temperatur nicht merklich unterscheidet. Frühere Versuche hatten im Intervall von $+100^{\circ}$ und -20° zu demselben Ergebnis geführt.

BECCEREL wiederholte mit Benutzung der flüssigen Luft noch einen anderen Versuch, den ihm Dewar mitgeteilt hatte. Bringt man in die flüssige Luft oder besser noch in flüssigen Wasserstoff einen Krystall von Urannitrat, so wird dieser augenblicklich leuchtend. Dieselbe Erscheinung zeigt Platincyannür. Wie BECCEREL zeigt, wird der in die flüssige Luft gebrachte Urankrystall leuchtend, so lange er sich abkühlt, hört zu leuchten auf, wenn er die Temperatur der flüssigen Luft erreicht hat, und leuchtet von neuem, wenn er sich erwärmt. Während der Abkühlung ist das Leuchten intermittierend und hat nicht die Regelmäßigkeit der durch Wärme erregten Phosphoreszenz. Liegt der Krystall in flüssiger Luft, so kann man ihn, selbst wenn er dunkel ist, durch Schütteln gegen die Wände des Gefäßes zu einem Leuchten bringen, das an das beim Schütteln von Quecksilber in einem luftleeren Glasrohr entstehende Leuchten erinnert.

Krystalle von Uran- oder Kaliumbisulfat zeigen diese Erscheinungen nicht. Das Leuchten ist daher nicht das Ergebnis einer merklichen Veränderung der Strahlungsfähigkeit des abgekühlten Urans, sondern es scheint, wie Dewar glaubt, die Folge elektrischer Wirkungen zu sein, die durch molekulare Kontraktionen und Spaltungen hervorgerufen werden. Intensiv sind diese Wirkungen nur bei Urannitrat, das bei der Temperatur der flüssigen Luft ein isolierender Körper wird.

Während also Becquerel aus seinen Versuchen auf eine Abnahme der Radioaktivität bei sehr tiefen Temperaturen nicht schließen zu müssen glaubt, fand RUTHERFORD, daß die von ihm entdeckten „Emanationen“ radioaktiver Körper doch von sehr hohen Temperaturen sehr wesentlich beeinflusst werden (*Physikal. Ztschr.* 2, 429; 1901). Die aktive Substanz befand sich in einer Platinröhre, diese in einem Asbestofen, der mittelst einer großen Gebläseflamme geheizt wurde. Ein Strom trockener und staubfreier Luft wurde durch die Röhre geblasen und trat mit den in ihr enthaltenen Emanationen in ein großes cylindrisches Metallgefäß, das auf 300 Volt geladen war. Ein isolierter Messingstab in dem Gefäß stand mit dem einen Quadrantenpaar eines Elektrometers in Verbindung. Ein Luftstrom von etwa 2 cm pro Sekunde, der über ein Stück Thoroxyd geleitet wurde, bewirkte eine Ablenkung der Elektrometernadel um 10,6 Skalenteile pro Sekunde. Eine kleine Gasflamme bewirkte ein Anwachsen der Ablenkung auf 11,8 Skt., eine volle Flamme auf 18,4 Skt.

pro Sek. Wurde die Röhre auf Rotglut erhitzt, so stieg die Ablenkung rapide bis zu einem Maximum von 36 Skt. pro Sek., verminderte sich dann aber stetig bis auf 12 Skt. Bei Weißglut stieg die Ablenkung wieder auf 19,5 Skt. und fiel dann rasch auf 1,6 Skt. Liefs man den Apparat sich abkühlen, so gab die Emanation nur noch 1 Skt. pro Sek. Das Emanationsvermögen war also fast verschwunden und stellte sich auch später nicht wieder ein. Das Emanationsvermögen des Thoroxyds wird also durch sehr hohe Temperatur zuerst auf das dreifache gesteigert, dann aber gänzlich zerstört. Bei Erwärmung unter Rotglut dagegen blieb das Emanationsvermögen des Thoroxyds unverändert. Andere Thorverbindungen gaben dieselben Resultate, doch war die Emanation bei ihnen überhaupt viel geringer wie bei dem Oxyd.

Auf die Emanation des Radiums hatte die Erhitzung einen noch viel größeren Einfluss. Benutzt wurde ein Stück Radiumbromid von de Haën in Hannover. Erwärmung mit einer kleinen Gasflamme brachte bereits eine 300 mal so starke Wirkung des Emanationsstromes hervor als bei Zimmertemperatur. Anwendung der vollen Flamme steigerte den Strom bis auf das 1800 fache, Rotglut der Platinröhre bis auf mehr als das 5000 fache des Anfangswertes. Erhitzung auf Weißglut bewirkte keine weitere Erhöhung mehr. Wurde in diesem Stadium des Versuchs die Flamme abgestellt und die Emanation ausgeblasen, so fiel der Strom auf $\frac{1}{4}$ seines Wertes. Daraus geht hervor, dafs $\frac{3}{4}$ der Wirkung von der eigentlichen Emanation, $\frac{1}{4}$ von der in den Wänden des Gefäßes induzierten Radioaktivität herrührt. Bei Wiederholung des Versuches am folgenden Tage konnte der Strom bei Rotglut nur auf das 5 fache des Anfangswertes gesteigert werden. Es wird also auch die Emanation des Radiums durch Erhitzung zunächst sehr gesteigert, dann aber zum größten Teil zerstört.

Während die von Thorium und Radium bei gewöhnlicher Temperatur induzierte Radioaktivität stets an der negativen Elektrode erzeugt wird, verbreitete sie sich bei Erhitzung über beide Elektroden, wenn auch meistens in größerer Menge an der Kathode. Die Emanation des Radiums bleibt viel länger wirksam als die des Thoriums. Wurde die von der Wirkung der vollen Gasflamme erzeugte Emanation des Radiumpräparats in dem Prüfcylinder luftdicht abgeschlossen, so stieg der Strom zwischen den Elektroden in den ersten $3\frac{1}{2}$ Stunden noch bis auf das 1,31 fache des ursprünglichen Wertes; nach 20 Stunden war er noch größer als der Anfangswert. Ausblasen der Luft in dem Cylinder reduzierte ihn auf die Hälfte, die also von induzierter Aktivität der Wände herrührte. Im Gegensatz hierzu verlor die Emanation des Thoriums in einer Minute schon die Hälfte ihrer Wirksamkeit. Die induzierte Aktivität des Thoriums dagegen sank erst in 12 Stunden auf die Hälfte.

Die Wirkung der Temperatur auf das Emanationsvermögen des Thors und Radiums führt RUTHERFORD zu dem Schlusse, dafs die Emanation wahrscheinlich von einem chemischen Vorgang im Material herrührt. Hierfür spricht auch die Beobachtung Dorns, dafs das Emanationsvermögen in feuchter Luft vermehrt ist. Auch CURIE und DEBIERNE gelangen zu einer ähnlichen Auffassung (*C. R. CXXXIII 276; 1901*). Danach würde jedes Atom des vom Radium beeinflussten Körpers eine kontinuierliche Quelle radioaktiver Energie werden. Doch könnte diese Wirkung auch durch Transformation einer äußeren unbekanntem Strahlung oder durch Wärmeumsatz des umgebenden Mediums erzeugt werden. Die in einem Körper durch das Radium induzierte radioaktive Energie strebt dann sich erstens durch Strahlung, zweitens durch Leitung zu zerstreuen. Der hierdurch veranlafste Verlust eines Körpers an radioaktiver Energie ist um so größer, je beträchtlicher diese Energiemenge ist. Es bildet sich dann ein Gleichgewichtszustand heraus, indem die radioaktive Energie sich bei ihrem Heraustreten zugleich so vermehrt, dafs der doppelte Verlust gerade den von dem Radium erzeugten Betrag kompensiert. In einem ähnlichen Falle befindet sich ein erwärmter Körper, bei dem die Verluste durch Strahlung und Leitung mit der Wärmezufuhr auch zu einem Gleichgewichtszustand führen. Die Körper hätten danach eine der Temperatur analoge Spannung der Radioaktivität, die durch die Strahlungsintensität charakterisiert wäre. Man könnte eventuell auch von einer der spezifischen Wärme entsprechenden spezifischen Radioaktivität sprechen.

Diese Theorie führt zur Erklärung einiger Versuche, die CURIE und DEBIERNE über die in destilliertem Wasser und in Lösungen erzeugte Radioaktivität anstellten. Von der Herstellung radioaktiven Wassers wurde bereits in dieser Zeitschr. XIV 234 berichtet. Eine andere Methode besteht darin, daß man zwei Gläschen, von denen das eine die Lösung eines Radiumsalzes, das andere destilliertes Wasser enthält, zusammen in ein fest verschlossenes Gefäß bringt; nach einiger Zeit hat sich die Aktivität durch das Gas des Gefäßes hindurch dem Wasser mitgeteilt. Oder man bringt eine Lösung des Radiumsalzes in eine geschlossene Celluloidkapsel und wirft diese in ein mit Wasser gefülltes geschlossenes Gefäß. Während das Celluloid keine Spur Salz hindurchläßt, teilt sich die Aktivität der Lösung dem Wasser sehr rasch mit. Das Wasser kann so stark radioaktiv werden, unter gewissen Umständen sogar stärker als die aktivierende Substanz. In einer versiegelten Röhre verliert es den größten Teil seiner Aktivität in einigen Tagen; im offenen Gefäße ist der Verlust viel rascher, und zwar um so rascher, je größer die Berührungsfläche mit der umgebenden Luft ist. In dieser Beziehung verhalten sich die Lösungen der Radiumsalze ebenso. Nur ist bei diesen der Verlust kein definitiver; bringt man eine desaktivierte Lösung in eine versiegelte Röhre, so erhält sie im Verlaufe von etwa 10 Tagen ihre ursprüngliche Aktivität wieder.

Nach der Theorie der Verff. besteht bei einer geschlossenen Röhre der Verlust der Aktivität allein in der Strahlung, bei einer offenen hauptsächlich in der Leitung. Die Radioaktivität eines festen Körpers vermindert sich in freier Luft nicht merklich, weil die Fortpflanzung derselben durch Leitung nicht durch feste Körper hindurch erfolgt und die induzierende Wirkung nur von einer sehr dünnen Oberflächenschicht ausgeht. In der That erzeugt die Lösung des gleichen Salzes auch (bis 20 mal) stärkere Wirkungen. In einem festen Salz häuft sich die Energie an und zerstreut sich nur etwas durch Strahlung; in der Lösung verteilt sich die Energie zwischen dem Wasser und dem Salz, das nach Abdestillation des Wassers viel weniger aktiv ist und sich nur langsam wieder erholt. Der Übergang der Aktivität von dem Salz auf das Lösungsmittel geht ziemlich langsam, in etwa 10 Tagen, vor sich.

Die in dieser Zeitschrift (XIII 226) erwähnten Versuche BECQUERELS über die Einwirkung des Magnetfeldes auf die Radiumstrahlung wurden von ihm weitergeführt und auch auf die sekundären Strahlen ausgedehnt (C. R. CXXXII 1286; 1901). Während er früher die Einwirkung der Strahlen auf eine parallel zu den Kraftlinien stehende photographische Platte untersucht hatte, stellte er die Platte jetzt senkrecht zur Feldrichtung; ein dünnes, dem Felde paralleles Strahlenbündel wurde dann so abgelenkt, daß auf der Platte nahezu kreisförmige Eindrücke erschienen. Legt man auf die Oberfläche der Platte verschiedene Schirme, so wird die Strahlung aufgehoben oder begrenzt. Sind die Schirme mit Löchern versehen, so beobachtet man, daß durch jedes Loch und die Quelle eine unendliche Zahl von Kreisen geht, die außerhalb des Schirms ein geöffnetes Bündel bilden, das als eine Art Spektrum angesehen werden kann. Wenn man über den ersten Schirm einen zweiten legt, der ebenfalls mit Löchern versehen ist, so lassen sich durch diese fast vollkommen reine Strahlen isolieren, von denen jeder einem einzigen Werte des Produkts $\frac{m}{l} \cdot v$ (m = Masse, l = Ladung, v = Geschwindigkeit der Ladung), das dem Krümmungsradius der Bahn proportional ist, entspricht. Neben diesen abgelenkten Strahlen sieht man die geraden Bahnen der nicht abgelenkten Strahlen.

In einem Magnetfelde von 300 C.G.S. machte BECQUEREL einige 50 Aufnahmen mit Schirmen von Blei, Zinn oder Kupfer. Die Schirme waren von dünneren oder breiteren Spalten durchbohrt und standen senkrecht zur photographischen Platte. Die aktive Substanz lag in der Rinne eines Bleiklotzes und war zur Verhinderung ihrer Phosphoreszenzwirkung mit einer sehr dünnen Aluminiumplatte bedeckt. Um die Absorbierbarkeit der verschiedenen Strahlenarten zu prüfen, wurde ferner außerhalb des durchlöcherten Schirms in einigen mm Entfernung eine Aluminiumplatte von 0,1 mm Dicke angebracht. Es zeigte sich hierbei, daß die nicht ablenkbaren ebenso wie die am wenigsten abgelenkten Strahlen das Aluminium durchdringen, als wenn es gar nicht existierte, und auch fast gar keine sekundären Strahlen hervorbringen. Die ablenkbaren Strahlen dagegen werden teilweise

absorbiert und erzeugen auf beiden Seiten des Aluminiumschirms intensive sekundäre Strahlen. Diese bilden außerhalb des Schirms ein etwas diffuses Bündel, das sich dem durchgelassenen Bündel auf derselben Bahn superponiert. Die Anordnung erlaubte in sehr einfacher Weise mit den durch die Quelle und eine Öffnung definierten Bündeln die Grenzen der Absorption verschiedener Schirme zu erkennen. Die Analyse der von den Schirmen ausgesandten sekundären Strahlen gab nicht so scharfe Resultate. Doch zeigte sich, namentlich bei den Bleistrahlen, deutlich, daß die sekundären Strahlen durch das magnetische Feld in demselben Sinne und mit derselben mittleren Krümmung wie die eintretenden Strahlen abgelenkt werden. Die sekundären Strahlen erzeugen auf den von ihnen getroffenen Schirmen tertiäre Strahlen von denen sogar noch Strahlen höherer Ordnung hervorgerufen werden können.

Eine Ergänzung der Versuche, die STRUTT über die Absorption der Becquerelstrahlen in verschiedenen festen Körpern angestellt hatte (diese Zeitschr. XIII 226) bilden die Untersuchungen desselben Verf. über die Leitfähigkeit der verschiedenen Gase unter der Einwirkung der Strahlen (*Proc. Royal. Soc. LXVIII 126; Naturw. Rdsch. XVI 459; 1901*). Das zu untersuchende Gas befand sich in einem Messingkasten, auf dessen Boden die radioaktive Substanz lag. Der Kasten wurde durch eine Batterie auf hohem Potential gehalten und der durch das Gas hindurchgehende Strom gemessen. Zur Filtrierung der durchdringenden Strahlen konnte eine 0,007 cm dicke Kupferscheibe zwischen die radioaktive Substanz und das Gas gebracht werden. Untersucht wurden Wasserstoff, Luft, Sauerstoff, Kohlensäure, Cyan, Schwefeldioxyd, Chloroform, Jodmethyl, Tetrachlorkohlenstoff. Im allgemeinen erzeugten die ablenkbaren sowohl als die nicht ablenkbaren Strahlen Leitungsfähigkeiten, die nahezu, aber nicht ganz den relativen Dichten der Gase proportional sind. Dagegen gaben die verschiedenen nicht ablenkbaren Strahlen dieselben, die ablenkbaren verschiedene relative Leitfähigkeiten. In beiden Ergebnissen zeigen sich die Becquerelstrahlen verschieden von den Röntgenstrahlen, die ja allerdings sämtlich nicht ablenkbar sind.

Die von Himstedt bereits beobachtete Einwirkung der Radiumstrahlen auf den Widerstand des Selens (diese Ztschr. XIV 235) wurde von EUGÈNE BLOCH bestätigt (*C. R. CXXXII, 914; 1901*). Der Verf. nahm eine Selenzelle von 30 000 Ohm Widerstand (im Dunkeln), der sich in schwachem diffusen Licht um 800 bis 1000 Ohm, unter der Einwirkung einer 50 cm entfernten Glühlampe auf 15 000 Ohm verringerte. Eine Probe von Baryumcarbonat, 1000 mal radioaktiver als Uran, bewirkte in 1 mm Entfernung von der Selenzelle, daß der Widerstand in 10 Minuten auf 29 000 Ohm fiel. Nach Entfernung der Substanz stieg der Widerstand in einer Stunde um 800 Ohm und erreichte in zwei Stunden wieder den ursprünglichen Wert. Bei einer anderen Selenzelle sank der Widerstand unter Einwirkung der radioaktiven Substanz von 654 000 Ohm auf 640 000 Ohm; die Wirkung war also kaum geringer als die eines schwachen diffusen Lichts. Die Versuche sprechen zu Gunsten der Annahme, daß die Radiumstrahlen aus einem Gemisch von Kathoden- und Röntgenstrahlen gebildet sind.

Die Elektrizitätszerstreuung der atmosphärischen Luft war von ELSTER und GETTEL (diese Zeitschr. XIII 284) auf unter dem Einflusse ultravioletter Strahlen entstehende Ionen zurückgeführt worden. Weitere Versuche derselben Forscher über die Entladung abgeschlossener Luftmengen in durchaus dunklen Räumen führten aber zu der Vermutung, daß hierbei auch radioaktive Substanzen im Spiele sind (*Phys. Zeitschr. 2, 560; 1901*). Die Verf. beobachteten zunächst, daß die Leitfähigkeit abgeschlossener Luftmassen im Laufe einiger Tage zunimmt und einem über den Anfangsbetrag wesentlich hinausgehenden Grenzwerte zustrebt. Durch sehr sorgfältige Versuche wurde festgestellt, daß der mehr oder weniger große Staubgehalt der in einer Glasglocke abgeschlossenen Luft an der wachsenden Zerstreuung der Elektrizität keine Schuld trägt. Auch der Einfluß des Wasserdampfes machte sich nicht bemerkbar: Luft mit 43%, 91% oder 7% relativer Feuchtigkeit ergab nahezu die gleiche Zerstreuung der Elektrizität. Letzteres bestätigte die schon 1872 von Warburg gemachte Beobachtung, daß in geschlossenem Raume feuchte und trockene Luft sich in Bezug auf Elektrizitätszerstreuung gleichartig verhält.

Zur Erklärung der Zerstreuungszunahme blieb den Verff. jetzt nur die Annahme der Einwirkung radioaktiver Substanzen übrig. Um jeden Zweifel über etwaige Wirkungen von früher in den Laboratoriumsräumen etwa benutztem Radium oder Thorerde (Auerbrenner) auszuschließen, wurden die Versuche in natürlich abgeschlossenen Räumen (Höhlen) wiederholt. So mafen die Verff. am 27. und 28. April d. J. die Leitfähigkeit der Luft in der Baumannshöhle im Harz; die elektrische Beleuchtung der Höhle war noch nicht in Thätigkeit, und nur eine Blendlaterne wurde zur Beleuchtung der Elektroskopskala auf einen Moment genähert und dann ausgelöscht. Es zeigte sich eine enorme gesteigerte Leitfähigkeit der Höhlenluft. Während die dunstige Luft im Freien vor der Höhle nur eine Zerstreuung von 0,61% in der Minute ergab, war diese in der Mitte des „Tanzsaals“ 11,3%. Ein Unterschied zwischen positiver und negativer Entladung zeigte sich nicht. Nachdem die Luft zwei Stunden lang mit dem Qualm der Grubenlichter erfüllt war, fiel die Zerstreuung auf 7,9%. In einem Kellerraume, dessen Fenster 8 Tage lang geschlossen gehalten waren, fanden die Verff. die Zerstreuung zu 6,5%. Im Gegensatz dazu waren als höchste, nur äusserst selten vorkommende Maxima der Zerstreuung in freier Luft 3,5% beobachtet worden.

Da andere Ursachen für die Elektrizitätszerstreuung abgeschlossener Luftmengen nicht zu finden sind, so scheint es den Verff. denkbar, daß in der Luft selbst oder in den einschließenden Wänden geringe Spuren radioaktiver Substanzen vorhanden sind. Entweder sind die bis jetzt bekannten radioaktiven Elemente spurenweise überall verbreitet oder die Radioaktivität ist eine Eigenschaft, die in geringerem Mafse auch andern Elementen zukommt.

Die Strahlen des Radiums wirken auch energisch auf die Haut und bringen ebenso wie die Röntgenstrahlen Entzündungen hervor. WALKOFF und GIESEL machten hierüber die ersten Beobachtungen. GIESEL brachte für die Dauer von zwei Stunden radioaktives Brombaryum, in Celluloid gewickelt, auf seinen Arm. Es zeigte sich eine leichte Rötung der Haut, die aber zwei bis drei Wochen später intensiver wurde und eine Entzündung ergab, infolge der die Haut abging (*Ber. der Deutschen Chem. Ges. XXXIII 3569*). Eine ähnliche Wirkung beobachtete CURIE, der radioaktives Chlorbaryum, dessen Aktivität 5000 mal gröfser war als die des Urans, durch ein dünnes Guttaperchablatt hindurch 10 Stunden lang auf seinen Arm wirken liefs (*C. R. CXXXII 1289; 1901*). Nach einigen Tagen zeigte sich Rötung, nach 20 Tagen bildete sich eine Wunde, die verbunden werden mußte; am 42. Tage begann die Haut vom Rande aus sich neu zu bilden, aber noch nach 52 Tagen war eine 1 qcm grofse Fläche von grauem Aussehen vorhanden. BECQUEREL machte entsprechende Versuche mit einer Probe Chlorbaryum, dessen Aktivität 800000 mal gröfser war als die des Urans. Die Substanz befand sich in einem versiegelten Glasrohr und nahm einen cylindrischen Raum von 10 bis 15 mm Länge und 3 mm Durchmesser ein. Sie wurde in Papier gewickelt in einer Pappschachtel am 3. und 4. April während der Gesamtdauer von etwa 6 Stunden in einer Ecke der Westentasche getragen. Am 13. April zeigte sich am Körper ein roter Fleck, der bei 6 cm Länge und 4 cm Breite immer mehr die längliche Form der Röhre erkennen liefs. Am 24. April ging die Haut ab und es bildete sich eine eiternde Wunde, die sich bei geeigneter Behandlung erst am 22. Mai, also 49 Tage nach der Wirkung der Strahlen, schlofs und eine dauernde Narbe zurückliefs. Bei einem andern Versuche, wo die Substanz nur eine Stunde eingewirkt hatte, begann die Entzündung erst 34 Tage später und heilte bei entsprechender Behandlung rascher. Dieselbe Substanz, in einer Bleiumhüllung in die Westentasche gesteckt, brachte selbst in 40 Stunden keine Wirkung hervor. Frau CURIE erhielt dagegen ähnliche Brandwunden, als sie einige Centigramm sehr aktiver Substanz in einer dünnen Metallschachtel bei sich trug.

Bei den Versuchen mit sehr aktiven Substanzen zeigten sich auch an den Händen deutliche Wirkungen. Die Hände erhalten eine allgemeine Neigung zur Häutung; die Fingerspitzen, welche die Röhren mit den Substanzen gehalten haben, werden hart und bisweilen sehr schmerzhaft. In einem Falle dauerte die Entzündung der Fingerspitzen 14 Tage, die Haut ging ab, und die schmerzhaft empfindliche blieb noch zwei Monate lang bestehen.

Schk.

3. Geschichte.

Vorgeschichte der Telegraphie. Unter dem Titel „Zur Geschichte der Telegraphie“ macht L. LEVIN in den *Ann. d. Phys.* (4) IV 231 (1901) Mitteilung über eine angebliche Vorwegnahme der Erfindung der Telegraphie, die sich in einem selteneren Werke „*De l'ancre, l'incrédulité et mescréance du sortilege plainement convaincue, Paris 1622*“ findet. Dasselbst wird folgendes erzählt: Ein Deutscher habe dem Könige Heinrich dem Ersten ein wundervolles Geheimnis enthüllt, nämlich die Kunst, mit Hilfe des Magnetes Gespräche zwischen beliebig weit entfernten Personen zu ermöglichen. Er habe zwei Magnetnadeln in zwei Uhrgehäuse gesetzt, und sie mit den im Kreise angeordneten 24 Buchstaben des Alphabets umgeben. Um sich zu verständigen, habe man die Spitze der einen Nadel auf die Buchstaben gerichtet, aus denen die mitzuteilenden Worte zusammengesetzt waren, dann sei die andere noch so weit entfernte Nadel diesen Bewegungen gefolgt. Der König habe verboten, das Geheimnis bekannt zu machen, wegen der Gefahren, die im Kriege und bei Belagerungen davon zu befürchten seien.

Der Verfasser der Mitteilung meint, es gehe hieraus hervor, daß durch diese deutsche Erfindung schon vor ca. 300 Jahren eine Verständigung in der Schriftsprache auf größere Entfernungen mittelst magnetischer Kräfte ermöglicht worden sei. Dagegen hebt CARUS STERNE im *Prometheus* Nr. 618 hervor, daß es sich hier nur um einen der Phantasieträume handle, denen man beim Studium der älteren Litteratur vielfach begegne. Der Gedanke der Telegraphie findet sich auch schon 1569 in der *Magia naturalis* des Baptista Porta, lib. VII, wo es heißt: „Auch zweifle ich nicht daran, daß man mit Hilfe zweier mit dem Alphabet umschriebener Schiffskompassse dem Freunde, selbst wenn er im Gefängnis eingeschlossen sein sollte, Nachrichten zugehen lassen könne“. Die erste Anregung zu solchen Gedanken scheint von Johannes Trithemius, dem gelehrten Abt von Sponheim (später Würzburg) herzuführen. Dieser teilt in einem Brief, der vom Tage nach Palmsonntag 1499 datirt ist, mit, er arbeite an einem Buch über Steganographie (Geheimschrift) und handle darin auch von Mitteilungen in die Ferne: „Ich kann auch ohne Boten meinen Willen aus weiter Ferne dem Eingeweihten mitteilen, selbst wenn er im Kerker säße, gut bewacht, drei Meilen tief unter der Erde“. Das Werk erschien erst lange nach seinem Tode (1606) in Druck und bricht leider beim dritten Buche ab, in dessen Vorrede noch gesagt ist, nun solle die Kunst gelehrt werden, ohne Boten den Freunden in die Ferne zu schreiben.

Um den Anfang des 17. Jahrhunderts „durchsummte“ die Kunde, daß man mittelst zweier Bussolen in die Ferne telegraphieren könne, die ganze Welt. Famianus Strada in seinen *Prolusiones academicae et Paradigmata eloquentiae* (Rom 1617) besang sie in lateinischen Versen, die man ebensogut auf die elektrischen Zeigertelegraphen der jüngsten Vergangenheit beziehen könnte. Zu Grunde lag dem Gedanken der magnetischen Ferntelegraphie der Glaube an sympathische Fernwirkung überhaupt, darum mußten die beiden Kompassnadeln mit demselben Magnetstein bestrichen sein, um jene Wirkung zu zeigen. Dieser Punkt wird besonders deutlich in einer Schrift von G. Hakeville, *Apology of the Power and Providence of God in the Government of the World* (1627) hervorgehoben. Auch fehlte es nicht an Stimmen, die trotz aller negativen Erfolge doch an der Möglichkeit künftiger Verwirklichung festhielten. So Daniel Schwenter in seinen „mathematischen und philosophischen Erquickstunden“ 1636, Thomas Browne in der *Pseudodoxia epidemica* (London 1646), Joseph Glanville in seiner *Vanity of Dogmatizing*, 1662, und der *Scepisis scientifica* 1665. Infolge dieser Anregungen fand die magnetische Steganographie in England beständig neue Anhänger, zu denen u. a. auch der Marquis von Worcester und der Dichter Addison gehörten. Von der Mitte des Jahrhunderts 17 an beginnen die praktischen Versuche zur Verwirklichung der Idee. In *Scots-Magazine* wurde im Februar 1753 vorgeschlagen, 24 Drähte getrennt und isoliert auf gemeinsamen Trägern in die Ferne zu leiten, und die einzelnen Buchstaben durch die Wirkung von Leydener Flaschen zu übermitteln, die am anderen Ende durch Anschlagen eines Glückchens oder Abstosung zweier Elfenbeinkügelchen be-

merklich gemacht werden sollte. Einen solchen Telegraphen führte Lesage 1774 in Genf aus. Dann folgte Sömmerings bekannter Apparat von 1808, dann wurde von Ampère 1820 die Magnetonadel als Zeichengeber vorgeschlagen, und dieser Vorschlag von Schilling von Cannstadt verwirklicht, indem er sich auf zwei Leitungsdrähte beschränkte. In dem ersten 1833 von Gauß und Weber ausgeführten Telegraphen war es ebenfalls eine einfache Kompaßnadel, an der man die Zeichen ablas, und durch den elektromagnetischen Zeigertelegraphen endlich ist die alte Idee der „Steganographie“ in vollem Umfange verwirklicht worden. P.

Zénobe Théophil Gramme wurde am 4. April 1826 zu Jehay-Bodignée, Arrondissement Huy in Belgien, geboren, wo sein Vater Steuerbeamter war. Er erlernte zunächst das Tischlerhandwerk. Aus Neigung zur Mechanik hörte er zu Lüttich einige wissenschaftliche Vorlesungen. Um das Jahr 1855 trat er als Modelltischler bei der Gesellschaft Alliance zu Paris ein, wo Bogenlampen und magnetelektrische Maschinen nach Nollet gebaut wurden, die man damals zur Erzeugung elektrischen Lichtes für Leuchttürme vielfach verwandte. Hier und in den Werkstätten Ruhmkorffs, wo er ebenfalls arbeitete, lernte er die Gesetze der Induktionserscheinungen und deren Anwendung auf den Bau elektrischer Maschinen gründlich kennen und widmete sich eifrig dem Studium der Physik, dessen erste Früchte Neuerungen an Magnetmaschinen waren; auf diese erhielt er 1867 die ersten Patente. Im Jahre 1869 wurde ihm die Ringmaschine patentiert. Den Ringanker hatte thatsächlich vorher Pacinotti, ein Pisaer Student, erfunden, diese Erfindung aber war verfrüht und fand daher nicht die verdiente Anerkennung. Gramme hat jedoch seine Erfindung selbständig und ohne Kenntnis der Pacinottischen Arbeiten gemacht, und es gebührt ihm das große Verdienst, das von Werner Siemens entdeckte dynamoelektrische Prinzip zuerst auf den Ringanker angewandt und dadurch eine brauchbare Gleichstrommaschine mit vierteiligem Commutator und guter Kernteilung hergestellt zu haben. Obleich damals die Gesetze des magnetischen Kreises noch nicht erkannt waren, und es daher unmöglich war, eine Dynamo mathematisch zu berechnen, so besitzt trotzdem die Grammesche Maschine einen recht gut angeordneten magnetischen Kreis. Gramme besaß ohne Zweifel die Veranlagung, unbewußt zu fühlen, ob eine Maschine gut entworfen sei oder nicht. Grammes Maschinen waren 1873 zu Wien, 1876 zu Philadelphia, 1878 und 1881 zu Paris ausgestellt, und wahrscheinlich ist deren Erfolg ebenso sehr der Thatkraft, mit der sie in die Welt eingeführt wurden, als ihren wirklich großen Vorzügen zuzuschreiben. Gramme sind viele Ehrungen zuteil geworden. Auf der Pariser Welt-Ausstellung 1878 erhielt er den ersten Preis und von der französischen Regierung eine Nationalbelohnung von 20000 frs. Die Pariser Akademie verlieh ihm die Voltamedaille. Er war Ritter der französischen Ehrenlegion und der österreichischen eisernen Krone und Komthur des belgischen Leopoldordens. Er starb am 20. Januar 1901 in seinem Hause nahe bei Paris und wurde am 23. Januar auf dem Friedhofe Père Lachaise begraben. *Nature*, 63, 327; 1901 u. *E. T. Z.*, 118; 1901.

H.-M.

4. Unterricht und Methode.

Physikalische Schülerübungen. Über diesen Gegenstand hat K. NOACK auf der Pfingstversammlung in Gießen (vgl. d. Zeitschr. Heft 5 S. 317) einen mit Demonstrationen verbundenen Vortrag gehalten, der in den *Unterrichtsb. f. Math. u. Naturw.* 1901, No. 5 abgedruckt ist und von dem wir das Wesentlichste hier wiedergeben.

In einem Punkte besonders weichen die Ansichten und Erfahrungen des Vortragenden über Einrichtung und Betrieb der Schülerübungen von denen des verstorbenen Direktors B. Schwalbe nicht unerheblich ab, nämlich in der Wertschätzung und Verwendung rein qualitativer Versuche. Er hat von Anfang an ein größeres Gewicht auf messende Versuche gelegt und ist im Laufe der Jahre und an der Hand der gesammelten Erfahrungen in dieser Ansicht noch bestärkt worden. Nicht als ob er sie ganz beseitigt wissen wollte; die Darstellung von Chladnis Klangfiguren, das Entwerfen von magnetischen Kraftlinien-Bildern und deren Fixierung auf Lichtpauspapier, das Aufsuchen einer reibungselektrischen

Spannungsreihe, Herstellung und Zeichnung elektrischer Strahlungsfiguren nach Lichtenberg und Antolik, oder der Aufbau und das Studium der optischen Instrumente auf der optischen Bank haben auch bei ihm ihre gebührende Stelle gefunden, aber sie verschwinden doch an Zahl und Bedeutung gegenüber den messenden Versuchen, und der Vortragende hat auch in all den Jahren nicht gefunden, daß sich bei den beteiligten Schülern der Wunsch und das Bedürfnis nach mehr qualitativen Versuchen regte; im Gegenteil wurden mit lebhafterem Interesse und größerem Eifer solche Versuche und Aufgaben behandelt, bei denen ein durch Zahl oder Kurve verfolgbares Resultat gewonnen wird. Allerdings seien die Übungen nur in den drei obersten Klassen eingeführt; es finde daher diese Geschmacksrichtung wenigstens teilweise ihre Erklärung in der größeren Reife des Schülermaterials.

Von einer Anfertigung und Zusammensetzung von Apparaten im Rahmen der Übungen sieht der Vortragende vollständig ab, einmal weil dafür doch die beschränkte Zeit von wöchentlich anderthalb bis zwei Stunden nicht ausreichend wäre, dann aber auch, weil diejenigen Schüler, die für solche Bethätigung Interesse und Geschick haben, im Anschluß an ihre Thätigkeit bei den Übungen in ihren häuslichen Mußestunden diese Seite der Experimentierkunst freiwillig mit bestem Erfolg pflegen. Man habe ja vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß physikalische Übungen für die höheren Schulen dasselbe sein könnten, was für die Volksschulen der Handfertigkeitunterricht ist; indessen sei es zu diesem Zweck nicht notwendig, kostbare Unterrichtsstunden, wenn sie auch fakultativ sind, heranzuziehen. Vielmehr finden die Übungen, wie schon angedeutet, in der häuslichen Beschäftigung der Schüler ihre angemessene Fortsetzung und Ergänzung, andererseits sind sie selbst eine vorzügliche Schule der Handfertigkeit. Wer solche Übungen aus eigener Erfahrung kenne und wer einmal gesehen habe, wie der Anfänger mit Wage und Gewichtssatz umgeht oder bei magnetischen Versuchen Eisenfeilspähne gleichmäßig auszubreiten versucht, während man demselben Schüler zwei Jahre später die Bestimmung einer spezifischen Wärme, Versuche über Brechungsexponenten oder eine andere kompliziertere Aufgabe ohne Bedenken anvertrauen kann, der werde gern zugeben, daß auf diesem Wege ganz Wesentliches auch in der Ausbildung der Handfertigkeit geleistet werden kann, ohne daß es nötig wäre, diese Seite der Übungen als Hauptzweck in den Vordergrund zu rücken.

„Ich meine, der Schwerpunkt solcher Veranstaltungen müßte für uns wo anders liegen. Uns muß jedes Mittel recht und willkommen sein, das uns ermöglicht, wenigstens einem gewissen Bruchteil der Schüler ein tieferes Eindringen in den Geist der Naturwissenschaften zu gewähren. Nicht darum handelt es sich meines Erachtens, den Umfang des Wissens der Schüler durch die Übungen zu vermehren, sie sollen vielmehr erkennen und lernen, wie in den Naturwissenschaften ein Problem erfaßt und behandelt wird, wie experimentelle Prüfung und logische Erwägung miteinander abwechseln, mit einem Wort, sie sollen in der naturwissenschaftlichen Methode der Erkenntnis geübt werden, die zwar immer mehr auch auf anderen Wissensgebieten ihre Früchte trägt, die aber in gleicher Reinheit und Durchsichtigkeit, wie in Physik und Chemie, wohl nicht wieder in Wirksamkeit tritt. Dies ist das Ziel, von dem ich glaube, daß wir mit allen Kräften versuchen müssen, es zu erreichen, und der Arbeitsplan, den ich für die Übungen an unserer Anstalt aufgestellt habe, ist wesentlich der Absicht entsprungen, an der Lösung dieser schwierigen Aufgabe mitzuwirken.“

Naturgemäß kommt im Rahmen der Übungen auch der graphischen Darstellung der gewonnenen Resultate eine entsprechende Bedeutung zu. Um eine Vorstellung von der Art der Verwendung dieser Methode und ihrer Fruchtbarkeit gerade für die Zwecke der Schülerübungen zu geben, wurden einige Kurven nach den Mefßresultaten der Schüler in größerem Maßstab vorgelegt: die Schmelz- und Erstarrungskurve von Natriumhyposulfit mit der Erscheinung der Unterkühlung, die Ausdehnungskurve des Wassers zwischen 0° und 10°, und eine Darstellung der Ablenkung des Lichtstrahls im gleichseitigen Prisma. Die letzte Zeichnung lehrt besonders deutlich den didaktischen Wert graphischer Darstellung kennen; die Zeichnung lehrt sofort, daß ein Minimum der Ablenkung stattfindet und daß es zusammenfällt mit dem Momente symmetrischen Durchgangs.

An einigen Beispielen wurde dann gezeigt, wie sich im einzelnen Falle die Behandlung des Gegenstandes praktisch gestaltet, und welcher Art insbesondere die dabei benutzten Apparate sind, und es wurde gleichzeitig der falschen Vorstellung widersprochen, als ob es hierfür eines ganz besonderen Geldaufwandes bedürfte. Gar manche Vorrichtung kann mit einiger Geschicklichkeit und geringen Mitteln vom Leiter der Übungen oder einem geeigneten Schüler leicht hergestellt werden und allmählich bei wachsender Beteiligung und zunehmender Ausdehnung des Betriebes läßt sich mit ein paar Hundert Mark recht viel erreichen.

Zunächst wurden diejenigen Apparate vorgeführt, die zu der Gruppe „Wiegen und Bestimmung des spezifischen Gewichts“ gehören, Aufgaben, mit denen wohl am passendsten in O II begonnen wird. Es wird zuerst eins der Objekte nach dem Schwingungsverfahren gewogen, wobei die Methode der Interpolation besprochen wird; daran schließt sich unmittelbar die einfachste spezifische Gewichtsbestimmung durch Wasserverdrängung mit einem in Kubikcentimeter geteilten Messcylinder und hierauf durch Wiegen des verdrängten Wassers mit dem Ausflußgläschen. Dann folgt die Methode des Gewichtsverlustes mit der hydrostatischen Wage und als fünfte Aufgabe die Bestimmung mit der Senkwage; daran kann sich dann zweckmäßig die Aufgabe anreihen, den mittleren Durchmesser eines dünnen Drahtes durch Wägung und Längenmessung zu bestimmen. — Nun läßt man das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit, etwa von Alkohol, zunächst mit dem Messcylinder, dann mit dem Pyknometer bestimmen; hierauf mit Wage und Glaskörper und schließlich aus Steighöhen; bei letzterem Verfahren lernen die Schüler die unsichere Nullpunktsbestimmung für die Höhenmessung zu umgehen durch Benutzung der Höhenunterschiede unter Anwendung des Satzes von der correspondierenden Subtraktion. — Eine weitere Aufgabe bildet dann die Frage nach dem Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht und Prozentgehalt einer Salzlösung. Es wird zu diesem Zweck eine 50% Normallösung von Pottasche hergestellt und allmählich der Prozentgehalt durch Zusatz der zuvor berechneten Wassermenge auf 45, 40, 35% und so fort herabgesetzt; die spezifische Gewichtsbestimmung erfolgt mittelst der Mohrschen Wage und die Resultate werden graphisch dargestellt. — Als Abschluß dieser Aufgabengruppe wird dann mittelst einer cylindrischen Glasröhre als Schwimmer und unter wachsender Belastung mit Schrot die Richtigkeit des archimedischen Satzes durch eine Reihe von Messungen geprüft; die Bestimmung des Röhrendurchmessers geschieht dabei mit der Schublehre oder dem Schraubenmikrometer.

Danach wurde noch eine Gruppe von Aufgaben und Apparaten aus dem Pensum der Unterprima vorgeführt: die optischen Versuche über Spiegel- und Linsbilder. Zuerst wird auf der optischen Bank an einem Kugelhohlspiegel die Richtigkeit der Reziprokenformel nachgewiesen; dann wird die Brennweite einer Sammellinse unter Zugrundlegung dieser Formel aus einer Reihe von Versuchen bestimmt; die dritte Aufgabe lehrt, wie dieselbe Größe rascher und genauer nach Bessels Verfahren gefunden werden kann, und zwar zunächst unter Ablendung der Randstrahlen; blendet man dann im Gegenteil die centralen Strahlen ab, so liefert eine neue Bestimmung den abweichenden Wert für die Brennweite der Randstrahlen; ebenso ergibt ein Doppelversuch unter Einschaltung eines roten bzw. eines blauen Glases den Unterschied in der Brennweite dieser beiden Strahlenarten. — Hierauf wird die Zerstreuungswerte einer schwächeren Konkavlinse durch Combination mit der obigen Sammellinse bestimmt, und den Schluß bildet die direkte Messung dieser Größe durch Aufsuchen des virtuellen Bildortes auf der optischen Bank; die hierbei sich ergebenden Beobachtungen über die parallaktische Verschiebung, die auch bei Gelegenheit der virtuellen Bilder von ebenen Spiegeln gemacht werden können, sind auch um ihrer selbst willen sehr lehrreich.

Zum Schluß wurde eine Aufgabengruppe für die Oberprimaner über Schwingungsbewegungen vorgeführt; die Zeitbestimmungen werden hierbei mit einem arretierbaren Chronoskop, gelegentlich auch mit dem Sekundenpendel oder dem Metronom gemacht. Zunächst erfolgt der experimentelle Nachweis der Unabhängigkeit der Schwingungsdauer von Masse und Amplitude beim Fadenpendel, darauf die Untersuchung des Zusammenhangs von

Pendellänge und Schwingungsdauer; schliesslich wird eine Bestimmung der Beschleunigung der Schwere vorgenommen. — Alsdann werden die Versuche zur Prüfung der allgemeinen Schwingungsformel behandelt. Den einfachsten Fall bildet die Masse, die an einer Spiralfeder auf und ab schwingt; daran schliesst sich die Untersuchung der Schwingungen eines am Ende in wagrechter Lage festgeklemmten elastischen Stabes, an dessen anderem Ende die schwingende Masse befestigt ist, und ferner die Torsionsschwingungen einer an einem Drahte aufgehängten Masse; endlich wird die Schwingungsdauer einer in U-förmiger Röhre schwingenden Flüssigkeit geprüft und zum Schluss die Unabhängigkeit dieser Schwingungsdauer vom spezifischen Gewicht der angewandten Flüssigkeit festgestellt. — An diese Übungen schliessen sich dann die Versuche an, die sich auf das Trägheitsmoment und seine Bestimmung beziehen. — Von den weiteren Aufgaben für die Oberprima zeichnen sich die kalorimetrischen Messungen wieder dadurch aus, dass sie mit einem sehr geringen Aufwand von Mitteln beschafft werden können.

Zur Ergänzung des vorstehenden Vortrages giebt der Verfasser noch eine Übersicht über die von ihm festgehaltene Gruppierung und Reihenfolge der Versuche. Auf diese Zusammenstellung, sowie auch auf des Verfassers „Leitfaden für physikalische Schülerübungen“ (Berlin 1892), sei jeder, der dem Gegenstand sein Interesse zuwendet, ganz besonders aufmerksam gemacht.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrotechnische Definitionen. Auf Veranlassung des Herrn G. DETTMAR hat der Verband Deutscher Elektrotechniker eine Commission zur Ausarbeitung eines Entwurfs von Normalien für die Prüfung elektrischer Maschinen und Transformatoren eingesetzt. Der dem Verbandstage zu Dresden vorgelegte Entwurf nebst Erläuterungen des Herrn DETTMAR sind in der *E. T. Z.* 22, 477 u. 499; 1901 veröffentlicht. Der leitende Gesichtspunkt bei der Ausarbeitung war, dem Handel mit elektrischen Maschinen eine sicherere und gleichmässigere Grundlage zu geben. Bei den Beratungen stellte sich die Notwendigkeit heraus, die in den Normalien vorkommenden Begriffe scharf zu bestimmen, da die Bedeutung der einzelnen Bezeichnungen vielfach eine stark schwankende ist. Die Commission hofft gleichzeitig den Sprachgebrauch dadurch günstig zu beeinflussen und wünscht, dass die von ihr festgelegten Bezeichnungen allgemeinen Eingang finden. Dadurch greift die Commission auch in das Gebiet des physikalischen Unterrichts hinüber. Von dem Verhalten der Lehrer der Physik hängt die rasche Einbürgerung der Bezeichnungen in erheblichem Masse ab. Die von der Commission vorgeschlagenen Definitionen hat der Verband Deutscher Elektrotechniker am 29. Juni 1901 (*E. T. Z.* 22, 798; 1901) in folgender Form angenommen:

Generator oder Dynamo ist jede rotierende Maschine, die mechanische in elektrische Leistung verwandelt. — Motor ist jede rotierende Maschine, die elektrische in mechanische Leistung verwandelt. — Motorgenerator ist eine Doppelmaschine, bestehend in der direkten mechanischen Kuppelung eines Motors mit einem Generator. — Umformer ist eine Maschine, bei welcher die Umformung des Stromes in einem gemeinsamen Anker stattfindet.

Wird das Wort elektrische Maschine oder Maschine schlechthin gebraucht, so ist darunter, je nach dem Zusammenhang, einer der vorgenannten Gegenstände zu verstehen. Anker ist bei elektrischen Maschinen derjenige Teil, in welchem durch die Einwirkungen eines magnetischen Feldes elektromotorische Kräfte erzeugt werden. — Transformator ist ein Apparat für Wechselströme ohne bewegte Teile zur Umwandlung elektrischer in elektrische Leistung. — Unter Spannung bei Drehstrom ist die verkettete effektive Spannung (Spannung zwischen je zwei der drei Hauptleitungen) zu verstehen. — Unter Übersetzung bei Transformatoren ist das Verhältnis der Spannungen bei Leerlauf zu verstehen. — Unter Frequenz ist die Anzahl der vollen Perioden in der Sekunde zu verstehen.

H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Immanuel Kant, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Neu herausgegeben mit einem Nachwort: Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik von Alois Höfler. Leipzig, C. E. M. Pfeffer, 1900. 104 u. 168 S. M. 6. (Die Sonderausgabe der Kant-schen Schrift M. 2,40, der „Studien“ allein M. 3,60.)

Die hier neu herausgegebene Schrift Kants ist noch heut vorzüglich geeignet, in die Probleme einzuführen, die mit den Grundlagen der Mechanik verknüpft sind. Es ist deswegen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien als ein Verdienst anzurechnen, daß sie diese Schrift durch die vorliegende Sonderausgabe allgemeiner zugänglich gemacht hat. Die vom Herausgeber angehängten Studien setzen den Inhalt der Schrift in unmittelbare Beziehung zu den Diskussionen, die heut wieder aufs lebhafteste über die Prinzipien der Mechanik geführt werden, und können überdies den Anspruch erheben, durch klare Begriffsbestimmungen die Erkenntnis selbst zu fördern. Es kann hier nur kurz auf einige wichtige Punkte hingewiesen werden. Eine ausführliche Erörterung des Kraftbegriffs gipfelt in der Darlegung, daß das „Verursachen oder Wirken“ eine besondere Art von Relation (Notwendigkeitsrelation) darstelle, die ihrem Wesen nach nicht anthropomorphistisch sei. Weiterhin findet das Verhältnis von Materie und Energie, der Massenbegriff, das Trägheitsgesetz eine ausführliche kritische Behandlung. In dem Streit über die absolute und relative Bewegung verteidigt der Verfasser die Berechtigung des Begriffs der absoluten Bewegung. Zahlreiche Einzelfragen, die in dieser Zeitschrift bei verschiedenen Gelegenheiten zur Sprache gekommen sind, finden in der Schrift eine zusammenfassende einheitliche Behandlung. Die Schrift sei daher den Lesern der Zeitschrift aufs wärmste empfohlen. P.

Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia. Vol. II. Fasc. I: Mechanik und Katoptrik, herausgeg. und übersetzt von L. Nix und W. Schmidt. Mit einer Facsimiletafel in Lichtdruck und 101 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1901. 415 S. M. 8,—.

Die Mechanik des Heron ist bis auf wenige, ebenfalls in diesem Bande abgedruckte Fragmente nicht in griechischer Sprache auf uns gekommen; dagegen sind von der Übersetzung ins Arabische, die von Kosta ben Luka herrührt, vier Handschriften erhalten, durch deren Zusammenfassung ein lückenloser Text hergestellt werden konnte. Die vorliegende Ausgabe enthält den arabischen Text nebst daneben gestellter deutscher Übersetzung. Der Herausgeber L. Nix folgert die Echtheit aus der Übereinstimmung mit den erwähnten Fragmenten. Aus dem Inhalt der drei Bücher sei folgendes angeführt: Zahnräder und deren Verbindungen, Instrument zur Konstruktion ähnlicher Figuren, Bewegung eines Cylinders auf einer schiefen Ebene, Schwerkraft und Schwerpunkt, Verteilung einer Last auf mehrere Stützpunkte; die fünf „einfachen Potenzen“ (Rad an der Welle, Hebel, Flaschenzug, Keil, Schraube), Verhältnis von Kraft und Zeit bei diesen Potenzen, Beantwortung von 17 mechanisch-physikalischen Fragen; Hebemaschinen mit Masten, Bergseilbahn, Geraderichten sich neigender Mauern, verschiedene Pressen.

Derselbe Band enthält noch Herons Katoptrik in lateinischem und deutschem Text von W. Schmidt. Die Schrift, deren Übersetzung aus dem Griechischen dem Wilhelm von Moerbeek (Jahrhundert 12) zugeschrieben wird, ging früher unter dem Titel Ptolomaeus de speculis. Seitdem aber die lateinische Optik des Ammiratus (Admiral) Eugenius Siculus durch Martin als die erste Schrift des Ptolemäus (nach einer arabischen Übersetzung) erkannt ist, sind die schon von Venturi vorgebrachten Gründe für die Urheberschaft des Heron an der vorliegenden Schrift erheblich an Gewicht verstärkt. Ein inneres Zeugnis kann auch darin gefunden werden, daß diese Optik ebenso wie die Pneumatik Herons, auf die praktische Verwendung der physikalischen Gesetze zu allerhand Täuschungen und Belustigungen (z. B. Geistererscheinungen) gerichtet ist.

Hinzugefügt ist noch ein griechisches Fragment der Katoptrik des Olympiodor, worin ein Heronscher Beweis über den kürzesten Weg bei der Reflexion überarbeitet ist; ferner Bruchstücke aus Vitruvs Baukunst, aus der Naturgeschichte des C. Plinius Secundus und aus M. Porcius Catos Schrift über den Landbau, sämtlich auf die Heronsche Mechanik bezüglich, endlich ein Fragment aus der dem Euklid zugeschriebenen Katoptrik, die nach Heiberg unecht und wahrscheinlich von Theon zusammengestellt ist. Eine Stelle aus Plutarch de facie in orbe lunae giebt dem Herausgeber Anlaß zu der Conjectur, daß für Heron das Jahr 100 n. Chr. als terminus ante quem anzusetzen sei, was mit seiner früheren Bezeichnung des Jahres 55 n. Chr. als terminus post quem gut zusammenstimmt. P.

Lehrbuch der Experimentalphysik. Von Adolph Wüllner. Fünfte vielfach umgearbeitete und verbesserte Auflage. IV. Band: Die Lehre von der Strahlung. 1042 S. mit 299 Fig. und 4 lithogr. Tafeln. In 2 Halbbänden à M. 7. Leipzig, B. G. Teubner, 1899.

Der vierte und letzte Band dieses umfangreichen Lehrbuchs hat gegen früher eine beträchtliche Vergrößerung des Umfangs namentlich dadurch erfahren, daß die elektromagnetische Licht-

theorie, die von elektrischen und magnetischen Kräften bewirkten Lichterscheinungen sowie die neueren Untersuchungen über ultrarote Strahlen in diesen Band aufgenommen sind. Den optischen Experimentaluntersuchungen der letzten Jahrzehnte ist eine ausgedehnte Berücksichtigung zu teil geworden und die Übersicht über den Stand der experimentellen Optik in großer Vollständigkeit bis zum Jahre 1897 fortgeführt. Gewisse Teile der Optik, insbesondere die Theorie der Instrumente, findet man besser und vollständiger in der neuesten Auflage des Pfundlerschen Lehrbuches dargestellt. In Hinsicht auf die historische Entwicklung und die Auseinandersetzung der experimentellen Methoden hingegen ist das Wüllnersche Werk noch immer unübertroffen und kann als ein zuverlässiges Nachschlagewerk empfohlen werden, dessen Brauchbarkeit durch zahlreiche Litteraturnachweise noch erhöht wird. P.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von Prof. Dr. F. Kohlrausch, Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg. 9. umgearbeitete Auflage des Leitfadens der praktischen Physik. 610 S. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1901. Geb. M. 8,60.

Der frühere Leitfaden der praktischen Physik hat sich mit der Zeit zu einem vollständigen Lehrbuch ausgewachsen, das nicht nur dem Anfänger Anleitung für die praktischen Übungen bietet, sondern zugleich ein Nachschlagebuch für wissenschaftliche Zwecke darstellt. Überdies ist der Teil des Buches, der sich auf das elementare Praktikum bezieht, als kleiner Leitfaden in besonderer Ausgabe erschienen. Von allgemeinerem Interesse ist, was der Verfasser im Vorwort über das Verhältnis der physikalischen zu den technischen Methoden sagt. Es sei, wenn auch viele Aufgaben durch Heranziehung der modernen Hilfsmittel der Messung eine bestimmtere Fassung erhalten haben, doch möglichst immer die allgemeine Methode als Kernpunkt festgehalten worden. Von den aus der Elektrotechnik stammenden Methoden sei doch manches recht vergänglich, und andererseits kämen Gegenstände, die man als veraltet angesehen habe, ganz unerwartet wieder zur Geltung. Schon aus diesem Grunde sei in dem Buche manches momentan veraltet Erscheinende nicht gestrichen worden; auch fehle es zumeist an Mitteln, sich immer dem Neuesten anzuschließen, was wieder den Vorteil habe, daß manches Nützliche nicht so rasch der Vergessenheit anheimfalle.

Das Werk hat namentlich durch die enge Beziehung des Verfassers zur physikalisch-technischen Reichsanstalt an vielen Stellen wertvolle Bereicherungen erfahren, von denen die eingehenden Anweisungen in der Thermometrie, die feineren optischen Messungen und die zahlreichen elektrischen Meßmethoden genannt sein mögen. Der Anhang von Tabellen ist erheblich vergrößert und bietet denen, die nicht das große Werk von Landolt-Börnstein in Händen haben, eine willkommene Zusammenstellung kritisch ausgewählter physikalischer Zahlen dar. Man findet hier auch eine von Herrn Neumayer und der Hamburger Seewarte zur Verfügung gestellte Tabelle der erdmagnetischen Elemente für das Jahr 1902. P.

Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München, von Prof. Dr. Leo Grätz. Mit 113 Abbildungen. (Aus Natur und Geisteswelt, 17. Bändchen.) Leipzig, B. G. Teubner, 1900. 150 S. M. 0,90, geb. M. 1,15.

Es ist dem Verfasser gelungen, in diesen 6 Vorlesungen die wichtigsten Lehren der Optik zu erläutern und durch Experimente zu veranschaulichen. Es ist überraschend, zu sehen, wieviel in so kurzer Zeit bei geschickter und sorgfältiger Auswahl der Versuche geleistet werden kann. Es sind nicht nur die Erscheinungen der gradlinigen Ausbreitung, Spiegelung, Brechung, Theorie der Farben, Interferenz, Polarisierung behandelt, sondern es ist auch die Wellentheorie des Lichtes ausführlich besprochen, der Zusammenhang zwischen optischen, thermischen, chemischen und elektrischen Strahlen dargelegt, und von den Anwendungen optischer Gesetze insbesondere die Farbenphotographie auseinandergesetzt. Die Demonstrationen bieten zum Teil auch Anregung für den Unterricht an höheren Schulen; beachtenswert ist u. a. die Anstellung des Fresnelschen Spiegelversuchs mit Hilfe einer bis auf zwei schmale Streifen mit Tusche geschwärzten Spiegelglasplatte, von der das Licht einer Bogenlampe unter streifender Incidenz reflektiert wird. P.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. No. 110. Die Gesetze des chemischen Gleichgewichts für den verdünnten gasförmigen oder gelösten Zustand. Von J. H. van t' Hoff. Übers. und herausgeg. von G. Bredig. Mit 7 Figuren. 106 S. M. 1,60. — No. 114. Briefe über tierische Elektrizität von Alessandro Volta. Herausgeg. von A. J. Oettingen. 162 S. M. 2,50. — No. 115. Versuch über Hygrometrie, I. Heft. Von H. B. de Saussure. Mit Tafel und Vignette. Herausgeg. von A. J. Oettingen. 168 S. M. 2,60. — No. 118. Untersuchungen über den Galvanismus von Alessandro Volta. Herausgeg. von A. J. Oettingen. 99 S. M. 1,60. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1900.

Die in No. 111 abgedruckten drei Abhandlungen von van t' Hoff sind der K. schwedischen Akademie der Wissenschaften 1885 vorgelegt und bisher nur auszugsweise in der Zeitschr. für phy-

sikal. Chemie (1887) veröffentlicht worden; sie sind für die neuere Theorie der Lösungen und insbesondere die elektrische Dissociationstheorie von grundlegender Bedeutung. — No. 114 bringt Briefe und Abhandlungen Voltas über tierische Elektrizität aus den Jahren 1792 bis 1795, in denen bereits der Gegensatz gegen Galvani hervortritt. Auf S. 54 findet man den klassischen Froschenkelversuch in Voltas Modifikation, S. 80 ist zum ersten Mal von der elektrischen Erregung durch verschiedenartige Metalle die Rede, S. 100 werden die Metalle geradezu als Motoren der Elektrizität bezeichnet. — No. 118 enthält die an die vorigen anschließenden Entdeckungen Voltas aus den Jahren 1796 bis 1800, die mit der Erfindung des Säulenapparates endigen. Mit der Entdeckung, daß hier eine Summation elektromotorischer Erregungen stattfindet, hebt die neue Aera elektrischer Forschungen an. — No. 115 bietet die Beschreibung des Saussureschen Hygrometers und eine Theorie der Hygrometrie. Die Schwierigkeiten, die der Bildung des Begriffs der relativen Feuchtigkeit und dem richtigen Gebrauch des Hygrometers entgegenstanden, sind daraus deutlich erkennbar. P.

Das Buch der Berufe. Ein Führer und Berather bei der Berufswahl. II. Der Elektrotechniker. Von Fritz Süchting, Ingenieur. Mit 96 Abbildungen und einem Titelbild (Porträt von W. Siemens). Hannover, Gebr. Jänecke, 1900. 204 S. Geb. M. 4,—.

Das Buch befriedigt ein unverkennbar vorhandenes Bedürfnis in vorzüglicher Weise. Es bietet jungen Leuten, die vor der Berufswahl stehen, einen Einblick in die mannichfach geartete Thätigkeit des Elektrotechnikers, stellt Licht- und Schattenseiten des Berufs dar und setzt namentlich auch die Aussichten, die einem jungen Mann in diesem Beruf offen stehen, in sachgemäßer Art auseinander. Das Buch kann als Geschenk und für Schülerbibliotheken nur empfohlen werden. Es wird auch dazu dienen können, durch die Aufklärungen, die es giebt, vor Verfehlung des Berufs zu bewahren oder anderseits zum Einschlagen der elektrotechnischen Laufbahn zu ermutigen. Weitere Bände desselben Unternehmens behandeln den Marineoffizier, den Ingenieur und den Chemiker. P.

Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen für höhere Schulen und zum Selbstunterricht. Von Ludwig Dressel, S. J. Zweite, vermehrte und vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 589 in den Text gedruckten Figuren. Freiburg i. Br., Herdersche Verlagshandlung, 1900. XV + VIII u. 1026 S. M. 15, geb. M. 16.

Das Werk entwirft ein getreues Bild des heutigen Standes der Physik, alles Wissenswerte und Neue ist kurz zusammengedrängt, übersichtlich geordnet und einfach im Zusammenhang erklärt. Es schildert nicht bloß die nackten Erfahrungsthatigkeiten, sondern giebt auch ein zutreffendes Bild von deren wissenschaftlicher Verarbeitung und den herrschenden theoretischen Strömungen. Es erinnert in mancher Hinsicht an das ältere *Lehrbuch der Physik* von Reis und an den neueren *Kanon der Physik* von Auerbach, übertrifft aber beide Werke durch tiefere Durchdringung und glücklichere Anordnung des Stoffes. Die neue Auflage ist in der That eine vermehrte; der Umfang ist von 700 auf 1026 Seiten gewachsen, und das Werk daher in zwei handliche Bände zerlegt. DRESSSEL hat sich nicht bloß um die Fortschritte der Physik, sondern auch um deren Vertiefung bemüht; dies tritt namentlich in der Wärmelehre, der Elektrizität und den Strahlungserscheinungen hervor. Alle bis gegen Ende 1899 erlangten Ergebnisse der Forschung von allgemeiner, praktischer oder theoretischer Bedeutung sind erwähnt. Die neue Auflage ist auch eine vollständig umgearbeitete. In die Begriffsbestimmungen und Beweise wurde größere Schärfe, in die theoretischen Erörterungen mehr Klarheit und Bestimmtheit, in das Ganze mehr Einheit und Zusammenhang gebracht. Doch hätte die Wesensverschiedenheit zwischen gewissen abgeleiteten Größen und deren Maßen, die man erhält, wenn man eine oder mehrere Größen einer gewissen Größengruppe gleich der Einheit setzt, schärfer hervorgehoben werden müssen, z. B. die Wesensverschiedenheit von Geschwindigkeit und dem Weg in der Zeiteinheit, von Dichte und der Masse der Raumeinheit u. s. w. Zu der Behauptung DRESSSELS: „Sprache und Stil wurden besser besorgt“ muß man jedoch, wie ja der Satz selbst schon zeigt, hinzufügen, leider ohne rechten Erfolg. Eine unbeholfene und harte Ausdrucksweise, die nicht aus einer Unklarheit des Denkens, sondern aus einer unzureichenden Entwicklung feineren Sprachgefühls entspringt, entstellt leider vielfach das schöne Werk. Es ist dem Verfasser dringend zu empfehlen, das ganze Buch von einem gewandten Stilisten durchsehen und alle Unebenheiten des Ausdrucks sorgfältig beseitigen zu lassen. Das Werk würde dadurch ungemein gewinnen.

DRESSSEL hat die neuen internationalen Bezeichnungen physikalischer Größen mit Geschick verwandt; doch sind die im Widerspruch dazu gebrauchten vieldeutigen Zeichen ' und '' für die Zeitminute und -Sekunde entschieden zu verwerfen und statt ihrer die von dem Bureau International des Poids et Mesures aufgestellten Bezeichnungsarten mit ihrer wichtigen Trennung der Zeichen für Zeitpunkte und Zeitdauern einzuführen.

DRESSEL ist als Mitglied der Gesellschaft Jesu nicht bloß Physiker, sondern auch Theologe und Philosoph. Der scholastische Bildungsgang des Verfassers ist seinem Werke, vor allem der systematischen Anordnung des Stoffes, der Schärfe der Begriffsbestimmungen und der Beweisführung sehr zu gute gekommen. Aus diesem Bildungsgang entspringt auch das deutlich erkennbare ernste Ringen DRESSELS nach einer einheitlichen Auffassung der physikalischen Erscheinungen; doch gelingt es ihm nicht und kann ihm ja auch bei dem heutigen Stande der Forschung und Erkenntnis nicht gelingen, über die drei Auffassungsarten der Kinetik, Energetik und Dynamik hinaus, zu einer einheitlichen Darstellung der gesamten physikalischen Erscheinungen fortzuschreiten. DRESSEL hat das Wesen und die Grenzen unserer bis jetzt gewonnenen Einsichten scharf erkannt und berichtet daher trotz seines Strebens nach einer einheitlichen Auffassung über alle wichtigeren Erklärungsversuche vorurteilsfrei, ohne dabei in den so häufigen Fehler der Lehrbücher zu verfallen, die auf den verschiedenen Forschungswegen sich ergebenden einander widersprechenden Begriffe kritiklos und stillschweigend neben einander zu setzen oder zu verquicken. Das Buch steht in einem ergänzenden Gegensatz zu den Werken MACHS. Der eine verfährt mehr logisch, der andere mehr psychologisch; der eine stellt den gegenwärtigen Zustand, der andere die Entwicklung der Physik dar.

Jedem Lehrer, der sich über die jetzt herrschenden Ansichten auf den physikalischen Gebieten, die seinem besonderen Arbeitsfelde ferner liegen, rasch und gut unterrichten will, sei dies treffliche Werk, das freilich als Lehrbuch auf unseren Schulen nicht verwertbar ist, auf das wärmste empfohlen.

Hahn-Machenheimer.

Der praktische Elektriker. Populäre Anleitung zur Selbstanfertigung elektrischer Apparate und zur Anstellung zugehöriger Versuche nebst Schlussfolgerungen, Regeln und Gesetzen. Mit 542 in den Text gedruckten Abbildungen. Von Prof. W. Weiler. Vierte, vielfach umgearbeitete Auflage. Leipzig, Moritz Schäfer, 1900. XXXII u. 632 S. 8 M.

Während man die Gesetze der Reibungselektrizität mit ganz einfachen Vorrichtungen und Versuchen herleiten kann, erfordern die übrigen Gebiete der Elektrizitätslehre zusammengesetztere Apparate und umständlichere Experimente. Die Schwierigkeit beruht vor allem in der Beschaffung und der Verteilung der elektrischen Energie. Freihandversuche über Galvanismus und Induktion giebt es nur wenige; dagegen blüht auf diesen Gebieten der kleine Apparatenbau. Jeder einigermaßen geschickte Sekundaner versteht es heutzutage, sich durch die Anlage einer elektrischen Klingel den Ruf eines technischen Familiengenies bei seiner engeren Verwandtschaft zu verschaffen. Dieser kleine Apparatenbau wird in trefflicher Weise in dem vorliegenden Buche behandelt, dessen erfinderischer Verfasser den Lesern dieser Zeitschrift auf das vorteilhafteste bekannt ist. Der Zweck des Buches ist, Anleitung zum Bau elektrischer Vorrichtungen und zur Behandlung gekaufter Apparate zu geben, es berücksichtigt neben den Erzeugnissen der eigenen Hand für den Hausbedarf auch die Instrumente und die Maschinen der Praxis und ist mit Recht eine sehr beliebte Vorschule zur Elektrotechnik für die reifere Jugend und für Dilettanten ernsterer Richtung geworden. Auch der experimentierende Lehrer der Physik, der an seiner eigenen Weiterbildung und an der Vervollkommnung und Erweiterung seiner Versuche arbeitet, greift gern und mit Gewinn zu Weilers eigenartigem Buche, um zu sehen, wie dieser erfahrene und gewandte Elektriker diese und jene Schwierigkeit überwunden hat.

Hahn-Machenheimer.

Lehrbuch der Elektrochemie. Von Prof. Dr. Max Le Blanc. Zweite vermehrte Auflage. Leipzig, Oscar Leiner 1900. VIII u. 261 S. M. 6,—.

Der Verf. steht, als Schüler von Prof. Ostwald-Leipzig, dem das Buch gewidmet ist, vollständig auf dem Boden der elektrolytischen Dissoziationstheorie. An der Behandlungsweise des Stoffes, der Bevorzugung gewisser Versuchsanordnungen (Capillarelektrometer und dergl.), der Häufigkeit energetischer Betrachtungen ist der Ostwaldsche Einfluß deutlich zu spüren. Ist es indessen zweckmäßig, in ein kurzes Lehrbuch, wie das vorliegende, den Begriff „Volumenergie eines Gases“ einzuführen und in einer Fußnote hinzuzufügen, daß diese Energie gar nicht dem Gase selbst innewohnt, sondern der Umgebung des Gases entnommen wird? Andererseits wäre es vielleicht angebracht, die Maßeinheiten Ampère, Ohm und Volt nicht nur durch die E. K. eines Daniell, die pro Sekunde abgeschiedene Kupfermenge und die Dimensionen der 1 Ω Widerstand darstellenden Quecksilbersäule zu charakterisieren, sondern sie an das C. G. S. System anzuschließen, das an anderen Stellen des Buches des öfteren benutzt wird.

Bemerkenswert ist die klare und nicht zu kurze Darstellung der Entwicklung der Elektrochemie. Der Verf. hat alle wichtigeren, neueren Arbeiten berücksichtigt und behandelt alle in das Gebiet der Elektrochemie gehörigen Fragen. Was das Dissoziationsgleichgewicht der starken Elektrolyte, diese crux interpretum, anbelangt, so steht der Verf. auf dem einfachen Standpunkt von Arrhenius: Die

Beweglichkeit der Ionen ist in verdünnten Lösungen constant, sodafs sich der Dissoziationsgrad direkt aus dem elektrischen Leitvermögen berechnen läfst. Dafs die theoretische, einfache Formel für das Gleichgewicht zwischen Ionen und nicht dissoziiertem Anteil nicht gilt, hat seinen Grund in sekundären Complicationen. Der aus dem Leitvermögen berechnete Dissoziationsgrad stimmt mit dem aus der Gefrierpunktserniedrigung abgeleiteten befriedigend überein.

Im ersten Teile des Buches wären bei dem Capitel über die Leitfähigkeit der Elektrolyte einige tabellarische Zusammenstellungen erwünscht. (Ansteigen des molekularen Leitvermögens bei starken und schwachen, binären und mehrwertigen, complexen und hydrolysierten Elektrolyten; Veränderung der Dissoziationsconstanten und Temperaturcoefficienten mit Verdünnung und Temperatur und dergl.) Die von Kohlrausch vorgeschlagene, einheitliche Nomenklatur ist streng durchgeführt, aber die Zahlen sind teils in reziproken Ohms, teils in Quecksilbereinheiten angegeben. Das interessante Capitel über das Verhalten der Elektrolyte in anderen Lösungsmitteln als Wasser ist etwas kurz ausgefallen und beschränkt sich fast auf die von Nernst hervorgehobene Beziehung zwischen Dielektrizitätsconstante und Dissoziationsvermögen.

Sehr ausführlich und vollständig werden im zweiten Teile des Buchs die elektromotorischen Kräfte der Konzentrationsketten und dergl. behandelt. Es ist dasjenige Capitel der Elektrochemie, in welchem die moderne Theorie der elektrolytischen Dissoziation ihre größten Triumphe gefeiert hat, und hier liegt das eigentliche Arbeitsgebiet des Verfs. Den Schluss bildet ein kurzer, praktischer Anhang über die gebräuchlichsten Stromquellen (constante und inconstante Elemente, Normalelemente und Akkumulatoren) und ihre Arbeitsweise im Lichte der Dissoziationstheorie. W. R.

Grundrifs der Chemie für Lehrer- und Lehrerinnen-Seminarien und verwandte Lehranstalten. Von Prof. Konrad Kraus in Wien und Prof. Dr. H. Böttger in Berlin. Mit 62 Holzschnitten. Leipzig, A. Pichler, 1901. 196 S. geb. M. 1,70.

Erfreulicherweise bricht sich in der Litteratur der chemischen Leitfäden und Lehrbücher die Erkenntnis immer mehr Bahn, dafs die allgemeinen chemischen Grundbegriffe nicht in einer mehr oder weniger ausführlichen und mit einigen Versuchen durchsetzten „Einleitung“ zu bringen, sondern dem Hauptlehrgange an passenden Stellen organisch einzufügen sind. Auch das vorliegende Buch ist ein Beweis hierfür, indem es mit seinem ersten Kapitel „Luft (Sauerstoff)“ gleich in medias res führt. Dafs gerade die atmosphärische Luft das erste Untersuchungsobjekt bildet, ist zwar nach der in dieser Zeitschrift mehrfach begründeten Ansicht des Ref. nicht rationell, jedoch bisher noch immer so vielfach üblich, dafs hieraus dem Buch kein besonderer Vorwurf gemacht werden soll. An Grundbegriffen werden in diesem Abschnitt u. a. entwickelt das Gesetz der Erhaltung des Stoffes, chemische Verwandtschaft, chemisches Element und chemische Verbindung und — etwas frühzeitig — Sauerstoffsäuren und Sauerstoffbasen. Als weitere 8 Kapitel schliessen sich an: Wasser (Wasserstoff), Stickstoff, Kohlenstoff, Gruppe der Halogene, Schwefel, Phosphor und Arsen, Silicium, Bor. Hiermit schliesst der erste Teil „Chemie der Metalloide“ (S. 1—89). Der zweite behandelt in 10 Kapiteln gemäfs den üblichen Gruppen die „Chemie der Metalle“ (S. 90—132); hier ist besondere Rücksicht auf die technischen Anwendungen genommen. Ein dritter Teil enthält die „Organische Chemie“ (S. 133—178). Hier treten, dem Zwecke des Buches entsprechend, die theoretischen Erörterungen fast ganz in den Hintergrund und sind gerade die für das tägliche Leben und die Gewerbe wichtigsten Stoffe behandelt, wobei allenthalben von zweckmäfsigen Versuchen ausgegangen wird oder solche angeschlossen werden. Gewissermafsen als Anhang der organischen Chemie folgt noch ein kurzer Abschnitt „Physiologische Chemie“ (S. 179—189), der in geeigneter Auswahl Grundthatsachen über die Zusammensetzung des Pflanzen- und Tierkörpers sowie über deren Ernährung, insbesondere über rationelle Ernährung des Menschen bringt, und zwar nicht nur als Erläuterungen, sondern wie im Abschnitt der organischen Chemie mit Versuchen verknüpft. Durch das ganze Buch zerstreut finden sich ferner als „Übungstoff“ bezeichnete Fragen, die in allmählich steigender Schwierigkeit den Lehrgang begleiten und später auch viel Stöchiometrisches enthalten. Besonders hervorzuheben ist noch, dafs auch das historische Moment ausreichend zur Geltung kommt. Von Einzelheiten, deren Abänderung erwünscht wäre, sind dem Ref. nur wenige aufgefallen. So könnte das Argon als Bestandteil der Atmosphäre gekennzeichnet werden; die Beschreibung der Salzgewinnung (S. 61) erweckt den Anschein, als dienten die Gradierwerke nur zum Concentrieren der Lösungen, nicht auch zum Entfernen der übrigen schwerer löslichen Salze, und vor allem, als wären sie gegenwärtig nicht mehr in Betrieb. Die Mineralien eingehender zu behandeln lag jedenfalls ausserhalb des Planes, doch vermifst man z. B. beim Blei die Anführung irgend eines Bleierztes. Gelegentlich finden sich Hinweise auf eine „Physik“, z. B. S. 27 „(Physik § 9)“, vermutlich ist die „Naturlehre für Seminarien“ von dem Mitverfasser K. Kraus (vgl. d. Zeitschr. XIII 122) gemeint; hierüber hätte ein Vorwort Aufschluss

geben können. — Das sorgfältig durchgearbeitete Buch wird seinem Zweck, als Unterrichtsmittel insbesondere an Seminarien zu dienen, in ausgezeichnete Weise gerecht; es sei daher der Beachtung angelegentlich empfohlen.

O. Ohmann.

Naturlehre (Physik und Chemie) für höhere Mädchenschulen, Lehrerinnen-Seminarien und Mittelschulen.

Von K. Meyer, Seminardirektor. Mit 286 Abbildungen. Leipzig, G. Freytag, 1901. 220 S. geb. M. 2.20.

Das mit Sorgfalt und Umsicht gearbeitete Buch bringt in seinem physikalischen Teile die wichtigsten Erscheinungen unter steter Heranziehung genauer beschriebener Versuche und hinreichender Abbildungen, wobei auch gelegentlich, dem Zwecke des Ganzen entsprechend, Hinweise auf praktische Anwendungen im Haushalte gemacht werden. In dieser Beziehung hätte noch mehr geschehen können. Dies gilt auch für den chemischen Teil, wengleich hier diese Hinweise naturgemäß reichlicher ausgefallen sind als im physikalischen. Auch in einigen anderen Beziehungen ist das Buch noch verbesserungsfähig. Vor allem ist das Quantitative in den Erscheinungen nicht genügend berücksichtigt. Es fehlt z. B. in der Wärmelehre jegliche Angabe über den Betrag der Ausdehnung in den einzelnen Körperklassen; auch sonst vermisst man Zahlenangaben, z. B. über die Verdampfungswärme. Ohne solche genau bestimmte Beispiele als feste Anhaltspunkte werden aber die Vorstellungen über die Vorgänge leicht zu vage. Ebenso fehlen Angaben über die Größe der magnetischen Deklination und Inklination. In der Elektrizitätslehre finden sich einige Ungenauigkeiten. Als „Bunsen-Element“ ist nicht in erster Linie das Chromsäure-Tauchelement zu bezeichnen (S. 38); wenn man die Drahtenden des Stromkreises eines Volta-Elements nur „einander nähert“, so sieht man noch nicht „zwischen ihnen kleine Funken überspringen“ (S. 37). In der Chemie ist der Begriff Rost unzutreffend verallgemeinert (S. 158); auch wird das Kupfer beim bloßen Liegen an der Luft nicht „nach und nach schwarz“ (S. 155); — man begegnet allerdings öfters der Auffassung, als ob bei der langsamen Veränderung der Metalle an der Luft immer die wirklichen Oxyde entstünden. Der Versuch S. 181, Kohlensäureentwicklung aus abgefallenem Laub, ist anfechtbar, da bei der dortigen Anordnung (Fig. 261) auch ohne die eingeschaltete Flasche mit Laub das Kalkwasser getrübt würde. Ein begründendes Vorwort vermisst man; ein größerer Mangel ist jedoch, daß auch ein Register fehlt — ohne Sach-Register sollte eigentlich kein naturwissenschaftliches Schulbuch mehr in den Buchhandel gelangen. Im übrigen sei das übersichtlich und leicht verständlich geschriebene Buch den beteiligten Kreisen angelegentlich empfohlen.

O. Ohmann.

Anleitung zur mikrochemischen Analyse von H. Behrens, Professor an der Polytechnischen Schule in Delft. Mit 96 Figuren im Text. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Hamburg und Leipzig, Leopold Vofs, 1899. VIII und 242 S.

Daß der Wert der mikrochemischen Methoden für die Analyse von Legierungen, Gesteinen, Erzen u. s. w. mehr und mehr Anerkennung findet, ist im wesentlichen den Bemühungen des Verfassers zu danken. Einen erfreulichen Beweis hierfür liefert die Thatsache, daß von obigem Werke, das sich auf die anorganische Chemie beschränkt, vier Jahre nach seinem ersten Erscheinen schon die zweite Auflage nötig geworden ist. — Neu ist der Abschnitt über die Analyse des Glases. Im übrigen sei auf diese Ztschr. X, S. 49 und 50 verwiesen, wo die Bedeutung dieser Methoden auseinandergesetzt wurde. *J. Schiff.*

Mikrochemische Technik von H. Behrens, Professor an der Polytechnischen Schule in Delft. Hamburg und Leipzig, Leopold Vofs, 1900. VIII und 68 S. M 2.

Diese Abhandlung bringt wichtige Ergänzungen zu dem vorher besprochenen Werke desselben Verfassers und insbesondere zu seiner im 12. Jahrgang dieser Ztschr. (S. 114) angezeigten „Anleitung zur mikrochemischen Analyse der wichtigsten organischen Verbindungen“. *J. Schiff.*

Lehrbuch der Chemie und Mineralogie für den Unterricht an Mittelschulen von Dr. A. Lipp, Professor an der Kgl. technischen Hochschule in München. Mit 127 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Spektraltafel. München und Leipzig bei Dr. E. Wolff, 1898, VIII und 348 S. M. 3,80.

Die Absicht des Verfassers war es, ein Lehrbuch zu schreiben, welches zunächst „der neuen, vom hohen Kgl. bayrischen Staatsministerium für Kirchen- und Schulangelegenheiten erlassenen Schulordnung für Realschulen angepaßt“ ist, sich aber auch „für den Unterricht an anderen Mittelschulen“ eignen dürfte. Der Stoff ist systematisch geordnet. Die Einleitung bringt im Zusammenhang und im Anschluß an einige Versuche die Entwicklung der allgemeinen Begriffe, insbesondere die Atomtheorie. Wie billig, wird zunächst aus physikalischen Gründen die Vorstellung der Molekel eingeführt; die Avogadro'sche Hypothese in Verbindung mit den Gesetzmäßigkeiten der Volumverhältnisse bei der Vereinigung von H, O, Cl u. s. w. führt dann zu der Notwendigkeit, für die elementaren Gase die Zusammensetzung der Molekel aus zwei Atomen anzunehmen. Diese Betrachtungen sind durch Anschaulichkeit ausgezeichnet. Ein ungerechtfertigter Analogieschluss ist es aber, wenn die für die

Molekeln jener Gase gewonnene Vorstellung sofort ohne Einschränkung auf die nichtluftförmigen Grundstoffe ausgedehnt und die Zweisatomigkeit der Eisen-, Schwefel- und sogar der Quecksilbermolekel — welche letztgenannte ja nicht einmal im Gaszustande als Beispiel hierfür dienen könnte — in Wort und durch symbolische Zeichnung gelehrt wird (vergl. S. 11—13). Weiterhin wird das Gesetz der constanten Gewichtsverhältnisse nicht induktiv eingeführt, sondern aus der Theorie, daß sich „immer nur Atome der Elemente mit einander verbinden können, einem jeden Atom aber ein bestimmtes Gewicht zukommt“, geschlossen. Auf diese Einleitung folgt die „spezielle Chemie“, zunächst der Nichtmetalle, dann der Metalle. Als erstes Element wird der Sauerstoff behandelt; hierbei werden sofort die Begriffe Basis, Säure und Salz erklärt, die wohl besser an das folgende Element, den Wasserstoff, angeschlossen worden wären. Die Metalle sind zu Gruppen geordnet und führen zu einer kurzen Besprechung des periodischen Systems hin. Hierauf folgt die „Mineralogie“; sie bringt nur das Allgemeine (Krystallographie, chemisches System der Mineralien u. s. w.), da die einzelnen Mineralien schon vorher in der speziellen Chemie, wie die Feldspäte und Glimmerarten unter den Verbindungen des Aluminiums, Quarz im Anschluß an das Silicium u. s. w. behandelt sind. Den Schluß bildet die organische Chemie in einer Ausdehnung, die etwa den Zielen der Oberrealschulen entsprechen dürfte. Neben der guten Ausstattung des Buches ist noch die ausgedehnte Berücksichtigung der Technik, für welche auch die neuen elektrochemischen Methoden (vergl. Soda, Aluminium, Gold u. s. w.) angegeben sind, rühmend hervorzuheben.

J. Schiff.

Leitfaden der Chemie und Mineralogie für den Unterricht an Gymnasien von Dr. Friedrich Traumüller, Professor am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Mit 64 Figuren im Text. 2. verbesserte Auflage. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1898. Preis geb. M. 1,60.

Das Büchlein, dessen erste Auflage in dieser Zeitschrift nicht besprochen worden ist, ist „zunächst für die sächsischen Gymnasien“ bestimmt, „in deren Obertertia nach der neuen Lehr- und Prüfungsordnung vom 28. Januar 1893 im Winterhalbjahre das Elementarste aus der Chemie gegeben und einzelne besonders wichtige Mineralien unter Berücksichtigung der einfachsten Krystallformen besprochen werden sollen“. Im allgemeinen ist der Verfasser den Grundsätzen, die F. Wilbrand in den chemischen Unterricht eingeführt hat, gefolgt, d. h. die Anordnung nach den Elementen ist völlig verlassen und der Stoff in Einzelabschnitte, deren Mittelpunkt die Untersuchung eines wichtigen, meist dem Mineralreiche entnommenen Stoffes bildet, zerlegt worden. So ergeben sich beispielsweise folgende Kapitel: Die Hauptbestandteile der Luft, die physikalischen Eigenschaften des Wassers, die chemischen Bestandteile des Wassers, das Steinsalz, der Schwefel und seine wichtigsten Verbindungen, die chemischen Bestandteile des Quarzes u. s. w. Kapitel theoretischen Inhalts, die die chemische Zeichensprache, die Atomtheorie, die Krystallographie und Ähnliches behandeln, sind dazwischen eingestreut. Die allgemeinen Sätze und Definitionen sind mehrfach nicht genügend streng. So heißt es im 6. Kapitel „das kleinste Gewicht, mit dem ein Element eine Verbindung mit einem anderen eingeht, wird Atomgewicht genannt“ und dieses „auf den Wasserstoff als Einheit“ bezogen. Hieraus müßte das Atomgewicht des Sauerstoffs gleich 8 gefolgert werden; es wird aber sofort ohne jede Begründung gleich 16 gesetzt. Der Begriff des Atoms selbst wird erst im nächsten Kapitel, und zwar rein darbietend, gegeben. Die Definitionen von Säuren, Basen und Salzen sind sogar von inneren Widersprüchen nicht frei. Im 19. Kapitel werden die Säuren als „wasserstoffhaltige Flüssigkeiten“ bezeichnet, obgleich vorher auch von gasförmigen Säuren die Rede war; unmittelbar darauf werden die Säureanhydride „sauerstoffhaltige Säuren“ genannt. In der Auffassung der Salze zeigt sich ein Mangel an Einheitlichkeit, wie schon die bald der älteren, bald der neueren Vorstellung entsprechende Benennung zeigt; so wird das Zinksulfat als schwefelsaures Zink, das Natriumsulfat aber als schwefelsaures Natron und der Schwerspat als schwefelsaure Baryterde bezeichnet. Trotz dieser Ausstellungen soll nicht verkannt werden, daß es dem Verfasser gelungen ist, das Wesen des chemischen Vorgangs klar und auch für jüngere Schüler verständlich darzustellen, sowie daß hier — im Gegensatz zu vielen anderen Büchern — die Mineralogie, deren Bildungswert oft verkannt wird, durchaus zu ihrem Rechte gekommen ist. Druckfehler sind: S. 3 Zeile 20 „organischen“ statt „anorganischen“ und S. 41 Zeile 20 Z statt Zn.

J. Schiff.

Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung und der Anfangsgründe der analytischen Geometrie mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Studierenden der Naturwissenschaften. Von Dr. H. A. Lorentz, Prof. an der Universität Leiden. Unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt von Prof. Dr. G. C. Schmidt, VI u. 476 Seiten mit 118 Figuren. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1900. M. 10.

Je mehr die Mathematik sich in die Naturwissenschaften Eingang verschafft, um so mehr tritt das Bedürfnis hervor, den Studierenden die für sie notwendigen mathematischen Kenntnisse in einer

für ihre Zwecke besonders geeigneten Form zu übermitteln. Diesem Bestreben verdankt das vorliegende Werk seine Entstehung. Es setzt nur geringe Vorkenntnisse voraus. In der deutschen Bearbeitung ist in das erste Kapitel „algebraische Funktionen, Exponentialgrößen und Logarithmen“ noch Vieles hineingebracht, was der Verfasser ursprünglich als bekannt vorausgesetzt hatte; ganz neu hinzugefügt ist das zweite Kapitel, welches eine kurze Darstellung der ebenen und sphärischen Trigonometrie enthält. Es folgen nun die Grundlehren der analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes. Hieran schließt sich die Differential- und Integralrechnung. Den Schluss bilden die Taylor'sche Reihe, die Fourier'sche Reihe und ein Kapitel über Differentialgleichungen. Die gewonnenen mathematischen Kenntnisse werden überall reich durch Beispiele erläutert, die, dem Zwecke des Buches entsprechend, anders gewählt sind als in den gebräuchlichen Lehrbüchern über die genannten Teile der Mathematik. Sie gehören meist der Physik an. Aus diesem Grunde wird das vorliegende Buch nicht nur geeignet sein, dem Studierenden der Naturwissenschaften eine wirklich brauchbare Einleitung in die mathematische Behandlung seiner Wissenschaft zu geben, sondern auch für den Mathematiker durch die Eigenart seiner Darstellung eine empfehlenswerte Lektüre bilden.

P. Crantz.

Programm-Abhandlungen.

Die Verwendung von unendlichen arithmetischen Reihen bei der elementaren Behandlung von Problemen der Physik, Geometrie und Analysis. Von Dr. ARNOLD SCHMIDT. Schöneberg bei Berlin, Prinz Heinrichs-Gymnasium, Ostern 1901, Pr. Nr. 88.

Der Verfasser führt eine Idee aus, die seit Jahren von G. Holzmüller vertreten wird und ebenso lebhafte Anerkennung wie Widerspruch gefunden hat. Letzterer gründet sich darauf, daß man zwar nicht mit Kanonen nach Spatzen schießen soll, wie Schellbach einmal äußerte, aber auch nicht mit einem Hagel von Erbsen auf einen Elefanten. Es handelt sich hier um die Frage, ob man bei gewissen Problemen, die sich mit Hilfe der höheren Mathematik verhältnismäßig einfach lösen lassen, dem Schulunterricht zuliebe elementar vorgehen soll, wenn auch mit großem Zeitverlust. Die vorliegende Arbeit behandelt auf diesem Wege elf Probleme über Trägheitsmomente, Ellipsenhöhen, Schwerpunktabstände, Integralsummen, trigonometrische Reihen und Exponentialfunktionen, sowie zum Schluss über die Pendelformel. Ref. kann keinen Nutzen darin sehen, daß z. B. die Reihen für sinus und cosinus mittelst dieser Methode bereits in O II, statt etwa mit der Methode der unbestimmten Coeffizienten in I, abgeleitet werden (S. 24); dasselbe gilt für die Exponentialfunktion. Die Ableitung der Pendelformel knüpft an eine von Schubert (1896) gegebene Ableitung an. Für technische Anstalten dürfte die Abhandlung wertvoll sein.

W. Grosse.

Versammlungen und Vereine.

73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg.

Vom 22. bis 28. September 1901.

I. Allgemeine Sitzungen.

Am Montag, den 23. September sprachen 1. Herr LECHER (Prag) über „Die Hertz'sche Entdeckung elektrischer Wellen und deren weitere Ausgestaltung“. Nach Maxwell (1865) giebt es kurzdauernde elektrische Ströme in Isolatoren. Solche Verschiebungsströme induzieren im benachbarten Äther weitere Verschiebungsströme, die sich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen. Unmöglich erschien damals ein experimenteller Beweis. 1881 berichtete Hertz über Fitzgeralds Gründe gegen die wellenartigen Störungen im Äther; 1887 stellte er durch rasche Ladung und Entladung Strahlen elektrischer Kraft her, die den Gesetzen der Brechung, Reflexion u. s. w. des Lichtes gehorchten. Er wies mit seinem abgestimmten Draht das Auftreten kleiner Fünkchen in einer Entfernung von 10 m nach. Heute sendet Marconi seine Wellen auf 300 km Entfernung in ihrer Verwendung zur drahtlosen Telegraphie. Mit dem Kohärer kann man noch Wellen von 4 mm Länge nachweisen, während Hertz' Wellen Meter- und Centimeterlänge hatten. Ob es gelingen wird, den Zwischenraum zwischen diesen Wellen und den längsten Wärmewellen von 0,06 mm Länge zu überbrücken, erscheint fraglich. Righi hat die „Optik der elektrischen Oscillationen“ systematisch bearbeitet. Bei den in den Drähten herrschenden elektrischen Oscillationen nehmen die Schwingungen sehr rasch ab, die Dämpfung ist gross. Die Energieabgabe bei einer einzigen Erregung, die nur einige Milliontel Sekunden andauert,

entspricht einer gleich kurzen Arbeitsleistung von etwa 50 Pferden. Zwischen den einzelnen Erregungen sind sehr lange Pausen, die bedeutend abzukürzen noch nicht gelungen ist. Tesla ist dieses für lange Wellen einigermaßen gelungen. — Sodann spricht Redner noch über die Wichtigkeit des Zeemanneffektes und über die anomale Absorption und Dispersion der elektrischen Wellen. Zum Schluss bezeichnet er als Schlussideal der Physik die einheitliche Umspannung der Wechselbeziehungen zwischen Licht, Elektrizität und Materie.

2. Herr BOVERI (Würzburg) über „das Problem der Befruchtung“. Die Formulierung des Problems ist: Was fehlt dem Ei, daß es sich nicht zu teilen vermag; was bringt das Spermatozoon Neues hinein, um die Teilung zu ermöglichen? Die Antwort hierauf gaben die im Jahre 1887 vom Vortragenden und vom Zoologen von Beneden nachgewiesenen Thatsachen, daß durch das Spermatozoon ein kleines außerhalb des Kerns liegendes Körperchen, das „Centrosoma“, in das Ei gebracht wird, welches die Teilung anregt. Der Zweck der Befruchtung liegt jedoch nicht in der Steigerung der Lebensenergie (Verjüngung), sondern in der Mischung der individuellen Eigenschaften zweier Zellen. Da zwei vielzellige Individuen nicht in eins zusammenfließen können, so muss diese Mischung auf der Stufe geschehen, wo die Individuen noch aus einer Zelle bestehen. Damit zur Bildung eines neuen Individuums stets eine Mischung zweier Individuen wirklich geschieht, ist der sexuelle Gegensatz mit reziproker Hemmung eingetreten, sodaß erst durch Zusammentreten der beiden einander ergänzenden Teile eine Entwicklung der Zelle durch Teilung möglich ist.

Am Freitag, den 27. September sprach 1. Herr CURSCHMANN (Leipzig) über: „Medicin und Seeverkehr“.

2. Herr NERNST (Göttingen) über „die Bedeutung elektrischer Methoden und Theorien für die Chemie“. Die Ionen sind für sich existierende Moleküle, die mit denselben Mitteln der Chemie untersucht werden können, wie die gewöhnlichen nicht elektrisch geladenen Moleküle; da aber die Ionen elektrisch geladen sind, so treten zu den sonstigen Untersuchungsmethoden noch besondere „elektrische Methoden und Theorien“ der Chemie hinzu. Solche Methoden sind die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens der Elektrolyte und die Messung der elektromotorischen Kraft derselben. Beide Größen hängen von den in den Elektrolyten vorhandenen Ionen ab. Die Kenntnis ihrer Größe läßt einen sicheren Schluss zu auf das Vorhandensein der Ionen und den Grad der Ionisierung der Lösungen. Taucht man in eine Lösung eine positive und eine negative Elektrode, so wandert das mit positiver Ladung versehene Kation an die Kathode. Hier vereinigt sich die positive Ladung desselben mit der negativen Ladung der Kathode und das elektrisch geladene Kation scheidet sich in gewöhnlicher Form daselbst ab. Derselbe Vorgang spielt sich an der Anode ab. Der elektrolytische Vorgang entspricht also genau einem gewöhnlichen chemischen Vorgange, deshalb kann man das Ion geradezu als chemische Verbindung eines materiellen Atoms mit einem elektrischen Atom ansehen. Ähnlich erklärt sich das Auftreten der elektromotorischen Kraft in einem Elektrolyten, indem hier infolge der chemischen Verwandtschaft des Atoms gewöhnlicher Materie zu einer in die Lösung eingetauchten Metallplatte die Bildung einer unelektrischen Molekel vor sich geht. Dadurch wird die vorher gebundene Ladung des Ions frei und erzeugt die freie elektrische Ladung der Metallplatte. Durch diese Annahme, daß ein Ion eine aus einem Atom gewöhnlicher Materie und einem oder mehreren elektrischen Atomen bestehende Verbindung ist, erklärt sich, daß die dissociierten Moleküle, die in der Lösung des Elektrolyten vorhanden sind, nicht in Atome oder Molekeln der gewöhnlichen Art gespalten sind, daß also die Spaltungsprodukte nicht dieselben Eigenschaften haben, wie die Materie, die sich am Elektrolyten abscheidet, denn das Ion Kupfer ist eine ganz andere Verbindung, als die Molekel Kupfer, hat demnach ganz andere Eigenschaften. Man kommt am einfachsten zu einer Erklärung der bei den elektrischen Methoden sich ergebenden Thatsachen, wenn man außer den bisher angenommenen chemischen Elementen noch zwei neue annimmt: „das positive und das negative Elektron“, für welche genau dieselben chemischen Gesetze gelten, wie für die gewöhnlichen Körperatome und ihre chemischen Verbindungen. Unter dieser Annahme erklärt sich leicht das Faradaysche Gesetz der Elektrolyse, wonach absolute Proportionalität zwischen elektrischem Strom und elektrolytisch ausgeschiedener Substanz besteht. Schon Helmholtz hat die atomistische Struktur der Elektrizität angedeutet. Die beiden neuen Elemente: „+ und — Elektron“ unterscheiden sich dadurch wesentlich von den übrigen Körperatomen, daß sie ein äußerst geringes Atomgewicht haben. Aus besonderen Eigenschaften der Kathodenstrahlen hat man das Atomgewicht des „— Elektrons“ zu ungefähr $\frac{1}{2000}$ des Wasserstoffs bestimmt. Ferner ist den neuen Atomen entgegen den Atomen gewöhnlicher Materie eigentümlich die gegenseitige Kraftwirkung, die von der Physik seit langem als Elektrizität gekannt und untersucht ist.

3. Herr REINKE (Kiel): „Über die in den Organismen wirksamen Kräfte“. Der Ursprung des Kraftbegriffs geht auf die Muskelkraft zurück, und dieser Begriff ist später auf

Wasserkraft, Dampfkraft, Schwerkraft, auf Einbildungskraft, Willenskraft, Geisteskraft übertragen. Kraft ist in der Natur die Fähigkeit, etwas zu bewirken. Der Kraftbegriff schließt den Energiebegriff ein, denn Kraft ist Wirkungsvermögen, Energie ist Arbeitsvermögen. Es giebt in der Natur Kräfte, die keine mechanische Arbeit leisten können, und die verschwinden können, ohne daß ein Äquivalent an deren Stelle tritt, während sie andererseits wirken können, ohne von ihrer Kraft etwas zu verlieren. Die Kraft des Spiegels, das Licht zu reflektieren, die Kraft des Diamanten, das Licht zu brechen, die Kraft des Kalkspats, das Licht zu polarisieren, sind nichtenergetische Kräfte, die ohne Abnahme beliebig lange wirken, und die bei Veränderung des Stoffes aufhören, ohne ein Äquivalent zu hinterlassen.

Die nichtenergetischen Kräfte, die von der Struktur der Materie oder der Maschine abhängen, bezeichnet der Vortragende als Dominanten. Die durch eine Maschine bewirkte Umformung der Energie in eine specielle Form wird dadurch bedingt, daß die gleiche Energie mit verschiedenen Dominanten in Wechselbeziehung tritt. Die in den Organismen wirkenden Kräfte sind teils energetische Kräfte, teils Dominanten. Die Annahme der Dominanten führt dazu, den Organismen Maschinenstruktur beizulegen, welche der Vortragende mit Cartesius für eine der wichtigsten Eigenschaften der Organismen und auch des Protoplasmas hält. Der Instinkt der Tiere kann mit zu den Dominanten gerechnet werden. Der Grund, daß der Dachs seinen Vorrat von potentieller Energie für den Winter in Form von Fettzellen, der Hamster in Form von Körnern aufspeichert, ist die Verschiedenheit der Dominanten bei diesen beiden Tieren. In der Vererbung werden Kräfte und zwar Dominanten übertragen. Wie die Wachswalze eines Phonographen die latente Anlage einer Rede condensiert, um später unter Mitwirkung elektrischer Energie wieder Rede zu erzeugen, so sind die Eigenschaften des Tier- und Pflanzenkörpers in der Keimzelle latent enthalten, um in der späteren Entwicklung als vererbte Eigenschaften der Eltern wieder aufzutreten. Redner bezeichnet seine Auffassung des Lebens als mechanistische, die die Besonderheiten des Lebens auf die von der besonderen Configuration abhängigen Kräfte, die Dominanten, zurückführt.

II. Gemeinschaftliche Sitzung der beiden Hauptgruppen. (25. Sept.)

1. Herr W. KAUFMANN (Göttingen): „Die Entwicklung des Elektronenbegriffs“. Die heutige Auffassung der elektrischen und optischen Erscheinungen, die man „Elektronentheorie“ nennen kann, ist gewissermaßen eine Rückkehr zu den von W. Weber und Zöllner ausgesprochenen Anschauungen über die atomistische Natur der Elektrizität. Auf Grund dieser Anschauungen gelang es W. Weber, die elektrodynamischen und elektromagnetischen Erscheinungen zu erklären. Weber hat aber nicht versucht, die Größe der von ihm angenommenen elektrischen Atome zu bestimmen und seine Theorie auf andere molekulare Erscheinungen anzuwenden, deshalb blieb die Webersche Theorie unbeachtet. Die Maxwellschen elektrooptischen Anschauungen und die glänzenden experimentellen Bestätigungen seiner Resultate durch Hertz nahm den Weberschen Ideen den letzten Rest der Daseinsberechtigung, da den Maxwellschen Berechnungen jeder atomistische Begriff fehlte. Die Abweichung mancher Körper, z. B. des Wassers, von der Maxwellschen Beziehung, daß der optische Brechungsexponent gleich der Quadratwurzel der Dielektrizitätskonstante sein sollte, die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von der Farbe, für den die Maxwellsche Theorie keine Erklärung gab, wurden wenig beachtet. Die Maxwellsche Theorie erklärte ferner nicht die Vorgänge bei der Elektrolyse. Das Faradaysche Gesetz der Elektrolyse, wonach von jeder Stromeinheit chemisch äquivalente Mengen an den Elektroden abgeschieden werden, führt, wie Helmholtz schon 1881 betonte, mit Notwendigkeit auf die Annahme der Existenz elektrischer Atome. Wenn ein neutrales Molekül Na Cl beim Auflösen in Wasser in die beiden elektrisch geladenen Ionen $+\text{Na}$ und $-\text{Cl}$ zerfällt, so ist es wahrscheinlich, daß die Ladung schon im Molekül vorhanden war und nur durch ihr gleiches und entgegengesetztes Wirken nach außen unbemerkt blieb. Diese Ladungen schwingen in den durchsichtigen Körpern mit. Die Untersuchungen der Lichtemission glühender Dämpfe von Richarz, Ebert und Stoney gestatteten die ersten Versuche zur Berechnung des von Helmholtz angenommenen elektrischen Atoms, das nach Stoneys Vorschlag „Elektron“ genannt wird. Wenn man die zur Ausscheidung von 1 cm irgend eines einatomigen Gases erforderliche Elektrizitätsmenge durch die Zahl der in derselben Gasmenge enthaltenen Gasmoleküle (die Loschmidtsche Zahl) dividiert, so erhält man die im Elektron enthaltene Elektrizitätsmenge. Lorentz erklärte die Dispersions- und Aberrationserscheinungen dadurch, daß die Maxwellschen Gleichungen für den freien Äther unverändert bestehen bleiben, während für die materiellen Körper die optischen Vorgänge durch die elektrisch geladenen Teilchen beeinflusst werden. Das Zeemannsche Phänomen, wonach die Spektrallinien des Na-Dampfes eigentümliche Verdoppelung und Verdreifachung erfahren, wenn der Na-Dampf im starken magnetischen Felde zum Leuchten gebracht wurde, ermöglichte die mit den schwingenden Ladungen verbundene träge Masse zu bestimmen.

Es ergab sich, daß das schwingende Elektron stets negativ ist, während das positive festliegt. Das Verhältnis von Ladung zur Masse beträgt 17 Millionen elektromagnetische Einheiten pro Gramm. Hieraus berechnet sich die Masse des Elektrons zu $\frac{1}{2000}$ des Wasserstoffatoms. Durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen hatte die Untersuchung der Kathodenstrahlen wieder erneute Aufmerksamkeit erregt, auf deren Eigenschaften schon Plücker und Hittorf hingewiesen hatten und die von Crookes als elektrisch geladene Gasmolekeln angesehen wurden, die von der Kathode fortgeschleudert waren. Durch die Untersuchungen von Wiechert, W. Kaufmann, Aschkinass, Thomsen, W. Wien, Lenard und Des Coudres wurde es höchst wahrscheinlich gemacht, daß die Kathodenstrahlen nichts anderes als die negativen Elektronen selbst seien, die von der Kathode in den Raum geschleudert werden. Die Ladung pro Grammmasse ergab sich hierbei zu einer Größe, die mit der beim Zeemann-Effekt gefundenen gut übereinstimmte. Da die Elektronen mit einer Geschwindigkeit, die nach Wiecherts Berechnungen etwa $\frac{1}{4}$ der Lichtgeschwindigkeit beträgt, fortfliegen, so erzeugen sie beim Aufprallen auf einen festen Körper explosionsartige Wirkungen. Die Röntgenstrahlen sind wahrscheinlich solche Explosionswellen. Weitere Untersuchungen von Riecke und Drude haben die Elektronentheorie auch auf die Leitung der Elektrizität in metallischen Leitern mit Erfolg ausgedehnt. Die eigentümliche Wirkung ultravioletten Lichtes auf Metalle, die von Lenard eingehend studiert sind, erklären sich durch die Elektronentheorie ungezwungen. Die Leitfähigkeit der Gase, die durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht oder mit Röntgenstrahlen hervorgerufen wird, ist durch die Annahme freier Ionen gut zu erklären. Thomson hat aus der Leitfähigkeit der Gase, Planck aus der Strahlung des „schwarzen Körpers“ einen Wert des Elektrons abgeleitet, der mit den früheren Werten gut übereinstimmt. Die von Becquerel entdeckten Becquerelstrahlen hielt man zuerst für Strahlen, die den Röntgenstrahlen ähnlich wären. Nachdem aber Giesel und Becquerel die magnetische und später Dorn und Becquerel die elektrische Ablenkbarkeit nachgewiesen hatten, ergab sich eine gewisse Übereinstimmung mit den Kathodenstrahlen. W. Kaufmann scheint die völlige Übereinstimmung neuerdings nachgewiesen zu haben. Es ist möglich, daß die den Elektronen zugewiesene Masse nur eine durch die elektrodynamischen Wirkungen vorgetäuschte „scheinbare“ Masse ist. Wenn das aber der Fall ist, so ist es nicht ausgeschlossen, daß überhaupt alle Massen nur „scheinbare“ Massen sind; dann wäre es möglich, die Mechanik auf elektrische Vorgänge zurückzuführen; dann bestehen vielleicht alle materiellen Atome aus einem Conglomerat von Elektronen, die demnach als die „Uratome“ anzusehen wären. Die uns bekannten chemischen Elemente wären dann solche Gruppierungen von Elektronen, die eine größere Stabilität besitzen. — Auf die Sonnencorona, die Kometenschweife und die Nordlichter hat man nicht ohne Aussicht auf Erfolg die Elektronentheorie angewandt. Die Elektronen, deren Größe sich zu der eines Bazillus verhält, wie diejenige eines Bazillus zur Erdkugel, sind also eine der wichtigsten, vielleicht die einzige Grundlage unseres Weltgebäudes.

2. Herr GEITEL (Wolfenbüttel): „Über die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität“. Die Frage nach der Entstehung der atmosphärischen Elektrizität ist eine zweifache, nämlich 1. Wodurch entsteht die Niederschlags-elektrizität, die besonders bei Gewittern am stärksten auftritt? 2. Woher kommt die normale atmosphärische Elektrizität, die sich besonders stark an heiteren wolkenlosen Tagen als eine Spannungsdifferenz zwischen der negativ geladenen Erde und der positiv geladenen Atmosphäre zeigt? Durch Untersuchungen von Elster und Geitel ist nachgewiesen, daß die Luft stets ein wenn auch geringes Leitvermögen besitzt, das ganz bedeutend vergrößert wird, wenn die Luft dem Einflusse radioaktiver Körper ausgesetzt wird. Ein solches Leitvermögen hat seine Ursache in einer Ionisierung der Luft. Es muss also stets eine Spaltung in positiv und negativ geladene Ionen vorhanden sein. Die Leitfähigkeit der Luft ist an heiteren, klaren Tagen größer als in nebliger Luft. Im Hochgebirge und in den Polarregionen (nach Elsters Beobachtungen) ist sie besonders gross. Ebert hat durch Messungen vom Ballon aus nachgewiesen, daß die Leitfähigkeit der freien Luft mit der Höhe bedeutend zunimmt. Als Messinstrument ist das von Elster und Geitel konstruierte Strahlungselektrometer benutzt. Wenn man in ionisierte Gase einen Leiter hineinbringt, so wird derselbe infolge der leichter beweglichen negativen Ionen zuerst negativ elektrisch. In derselben Weise wirkt die atmosphärische Luft auf die leitende Erde, indem die leicht beweglichen negativen Ionen ihre Ladung an die Erde abgeben, es bleibt also eine positive Ladung der Luft übrig. In derselben Weise wirken die Ionen als Ansatzkerne der mit Wasserdampf gesättigten Luft, wenn durch Druckverminderung und Abkühlung eine Condensation des Wasserdampfs eintritt. Hierbei werden zuerst die negativen Ionen als Ansatzkerne bei beginnender Condensation benutzt und erst bei weitergehender Condensation die positiven Ionen. Hieraus folgt, daß die herabfallenden Regentropfen zuerst negativ geladen sind, daß also dann die Luft positiv geladen zurückbleibt. Bei weitergehender Condensation würden dann auch die positiv geladenen Regentropfen zur Erde fallen.

3. Herr TH. PAUL (Tübingen) über „die Bedeutung der Ionentheorie für die physiologische Chemie“. Da die meisten biologischen Vorgänge auf einer Wechselwirkung der Stoffe im gelösten Zustande beruhen, so lassen sich die Theorie der Lösungen von van't Hoff und die Theorie der elektrolytischen Dissociation von Arrhenius auf das Studium dieser Vorgänge anwenden. Die Elektrolyte zerfallen bei ihren Lösungen in + und - Ionen, und zwar ist das + Ion der Säuren stets Wasserstoff, während das - Ion eine für die spezielle Säure charakteristische Größe ist. Bei Basen ist das - Ion stets die Hydroxylgruppe, während das + Ion bei jeder Base verschieden ist. Eine Säure oder Base ist um so stärker, je größer die Concentration der positiven Wasserstoffionen oder der negativen Hydroxylionen in ihrer wässerigen Lösung ist, wenn gleiche molekulare Mengen der Verbindungen gelöst werden. Mit Hülfe der Beckmannschen Apparate zur Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung haben Bugarszky und Tangl die Gesamtconcentration der im Blutserum gelösten nicht dissoziierten Molekeln und der Ionen bestimmt und die Concentration der freien Ionen durch die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens ermittelt. Ähnliche Bestimmungen hat Koeppel über den Salzgehalt der Frauen- und Kuhmilch ausgeführt. Da zur regelrechten Verdauung der Mageninhalt sehr stark sauer reagieren muß, so war es erwünscht, die Acidität des Magensaftes zu bestimmen. Die Acidität ist identisch mit der Concentration der vorhandenen Wasserstoffionen. Die Messung letzterer ist mit Hilfe einer Nernst'schen Konzentrationskette ausführbar. Diese Methode ist sicherer als die Bestimmung mit Hilfe von Indikatoren, wie Methylviolett und ähnlicher. Höber hat die Alkaleszenz, also den Gehalt an Hydroxylionen im Blute ebenfalls mit einer Konzentrationskette bestimmt. Sjöqvist, ferner Bugarszky und Liebermann haben wichtige Eigenschaften der Eiweißkörper auf Grund der Ionentheorie untersucht. Grützner deutete und erklärte überraschende Erscheinungen, die sich bei der Caseinfällung in der Milch zeigten, durch die Concentration der Wasserstoffionen. His jun. und Th. Paul untersuchten die pathologische Abscheidung der Harnsäure und ihrer Salze im Körper und führten die auftretenden Erscheinungen auf die Ionentheorie zurück. Die Giftwirkung von Metallsalzen, Säuren und Basen entspricht im allgemeinen der Concentration der Wasserstoffionen, bezw. der Hydroxylionen, wie Krönig und Paul nachgewiesen haben, entgegen der Ansicht Behrings, daß der desinfizierende Wert der Quecksilbersalze im wesentlichen von dem Gehalt an löslichem Quecksilber abhängig ist. Zu ähnlichen Resultaten gelangten Scheurlen und Spiro, die Quecksilber- und Eisenverbindungen auf Bakterien einwirken ließen, und Kahlenberg, welcher die Salze, Säuren und Basen in bezug auf die tödende Kraft von Pflanzenkeimen untersuchte.

4. Herr W. HIS jun. (Leipzig) über „die Bedeutung der Ionentheorie in der klinischen Medizin“. Die in den Zellen, im Blut und in der Lymphe enthaltenen organischen und anorganischen Bestandteile stehen in einer Wechselwirkung, die teils durch rein physikalische Kräfte, teils durch vitale Eigenschaften der Zellen bedingt sind. Die wichtigsten physikalischen Kräfte sind hierbei Osmose und Diffusion. Der osmotische Druck hängt ab von der Concentration der gelösten Molekeln; die Ionen, in welche die Elektrolyte bei ihrer Lösung zerfallen, sind hierbei die Molekeln gleichwertig zu achten. Die physikalisch-chemischen Methoden haben ganz besondere Bedeutung für die Kenntnis der Austauschvorgänge im Körper, doch sind die Methoden noch neu und die Vorgänge so verwickelt, daß die bisherigen Resultate nur die Grundlagen zu einer allgemeinen Orientierung bilden. Die Lehre vom osmotischen Druck hat wichtige Resultate gezeitigt bei der Lehre von der Resorption im Magen und Darm, bei der Untersuchung des Verhaltens der Blutkörperchen, Nieren und der Gewebe im normalen und krankhaften Zustande. Die Wirkung der Mineralwässer und anderer Medikamente wird verständlich werden, wenn sie auf Grund der physikalisch-chemischen Theorien studiert werden. Zunächst jedoch bedarf die Anwendung der Resultate in der allgemeinen Praxis einer großen Reserve, da diese neuen Bahnen erst eben betreten sind.

III. Gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe (26. Sept. Vormittags).

Herr OSTWALD (Leipzig): „Über Katalysatoren“. Mitscherlich beobachtete 1834, daß die Umwandlung von Alkohol in Wasser und Äther bei Gegenwart von Schwefelsäure ohne Veränderung der Äthylschwefelsäure solange bei 120° vor sich gehe, als Alkohol zugeführt wird. Er führte diese Erscheinung auf Kontaktwirkung zurück. Berzelius bezeichnete dann diese Wirkung mit dem Namen Katalyse und untersuchte mehrere derartige Vorgänge, von denen die Entzündung des Knallgases durch Platin, die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxydes durch Platin, die Umwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker und andere genannt werden mögen. Liebig erklärte diese Erscheinung durch Molekularschwingungen, die die Zusammensetzung des katalysierten Stoffes erschüttern sollten: Nach dieser Ansicht würde durch die Gegenwart eines Katalysators eine Reaktion bewirkt, die sonst nicht vor sich gehen würde. Ostwald dagegen hat seit mehr als 10 Jahren darauf hingewiesen, daß die

Wirkung des Katalysators darauf beruht, daß er die Geschwindigkeit eines auch sonst stattfindenden Prozesses verändert. Man hat vier verschiedene Fälle zu unterscheiden: 1. Physikalische Auslösung: Als Beispiel dient die Erstarrung von übersättigter Glaubersalzlösung. Hierbei befindet sich die Lösung in einem relativen Gleichgewichtszustande, der sofort unbeständig wird, wenn eine Spur des beständigen Stoffes, des festen Glaubersalzes, hinzugefügt wird. 2. Katalysen in homogenen Körpern, wie z. B. die Umwandlung von Stärke in Zucker durch Säuren. Hierbei handelt es sich um Vorgänge, die auch ohne den Katalysator eintreten würden, aber unter gewöhnlichen Umständen so außerordentlich langsam, daß sie erst nach langer Zeit meßbar würden. Hier bewirkt der Katalysator eine Beschleunigung der Reaktionsgeschwindigkeit. Man hat diese Wirkung durch das Einführen von Zwischenreaktionen erklären wollen, doch liegt kein Grund vor, daß durch diese eine solche Beschleunigung hervorgerufen wird. 3. Katalysen in heterogenen Gemischen. Diese lassen sich dadurch erklären, daß an bestimmten Stellen, z. B. an den Grenzflächen, Konzentrationsvergrößerungen, damit im Zusammenhange also auch Vergrößerungen der Reaktionsgeschwindigkeit, eintreten. Die ausgeschiedenen Substanzen wirken dann durch einen Diffusionsvorgang auf die übrigen Gebiete des Gemisches ein. 4. Enzymwirkungen. Dieselben schliessen sich den Katalysen in homogenen und heterogenen Gemischen an, erfahren aber gewisse Veränderung durch die colloidale Natur und durch die große Veränderlichkeit der meisten Enzyme. Die Entdeckung der Gesetze der Katalyse wird für die Physiologie von großer Wichtigkeit sein. Die technische Bedeutung der Katalyse liegt darin, daß man in manchen Fällen, durch passende Katalyse einen beabsichtigten Prozess unbegrenzt zu verkürzen, wodurch ein großer Zeitgewinn erzielt werden kann. Andererseits wird man bei Anwendung passender Katalysatoren bei der Entstehung verschiedener Produkte die Bildung eines beabsichtigten Produktes beschleunigen können, daher einen Prozess in gewollte Bahnen lenken; doch ist noch eingehendes Studium der katalytischen Gesetze erforderlich.

Es folgten hierauf drei Vorträge über den gegenwärtigen Stand der Descendenzlehre. Herr H. DE VRIES (Amsterdam) über: „Die Mutation und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten“; Herr E. KOHEN (Tübingen): „Paläontologie und Descendenzlehre“; Herr ZIEGLER (Jena): „Der heutige Stand der Descendenzlehre in der Zoologie“.

IV. Abteilung für Physik

(einschließlich Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie).

1. Sitzung am 23. September 1901. Herr PRINGSHEIM (Charlottenburg) berichtet über die Arbeiten von Lummer und Pringsheim (Charlottenburg) über „Die Temperaturbestimmung mit Hilfe der Strahlungsgesetze“. In dem Stefan-Boltzmannschen Gesetze für die Gesamtstrahlung

$$\int_0^{\infty} e_{\lambda} d\lambda = \sigma \cdot T^4$$

und in den aus dem Wienschen Verschiebungsgesetze folgenden Beziehungen $\lambda_m T = A$ und $E_m T^{-5} = B$ sind die Constanten σ , A und B genügend festgelegt, um die Bestimmung der Temperatur eines schwarzen Körpers aus seiner Strahlung zu ermöglichen. Zu dem Zwecke wurde ein dünnwandiges Kohlenrohr benutzt, das durch einen elektrischen Strom zum Glühen gebracht wurde. Das Rohr wurde von aussen von einem zweiten Kohlenrohr umgeben und nun der Zwischenraum beider Rohre mit Stickstoff angefüllt. In das Kohlenrohr wird der Kohlepfpfropf gebracht, dessen Strahlung gemessen werden soll. Außerdem enthält das Rohr ein Thermolement, um die Temperatur zu bestimmen. Ferner wurde die Temperatur gemessen unter der Voraussetzung, daß die Curve $\log E = F\left(\frac{1}{T}\right)$ für Temperaturen bis 5000° durch eine Gerade, die „isochromatische Gerade“, dargestellt wird. Diese Methode ist zuerst von Wanner angewandt. Die Anwendung auf die Temperaturbestimmung einer Glühlampe ergab Temperaturen, die zwischen den Werten lagen, die aus der Beobachtung der Lage des Energiemaximums für den schwarzen Körper und für blankes Platin bolometrisch gewonnen waren.

Herr LUMMER (Charlottenburg): „Über Planparallelplatten als Interferenzspektroskop“. Bei der Interferenz des Lichtes, das unter schräger Incidenz auf eine Planparallelplatte fällt, treten nur dann einfache Interferenzstreifen als Kurven gleicher Neigung auf, wenn das Licht völlig homogen ist. Wenn dagegen das Licht aus zwei oder mehreren Componenten besteht, so werden die Interferenzstreifensysteme von einem sekundären Streifensysteme, den „Neutralitätsringen“, überlagert, die bei sehr schräger Incidenz durch die wiederholte Reflexion an den beiden Begrenzungsflächen neben den primären Streifensystemen deutlich zum Ausdruck kommen. Auf der Ausbildung dieser sekundären Streifensysteme beruht das vom Vortragenden beschriebene und vorgeführte Inter-

ferenzspektroskop, mit dem die Zusammensetzung der Quecksilberlinien demonstriert wurde. Dieses Spektroskop eignet sich besonders zur Analyse der feinen Spektrallinien. — Derselbe zeigte: „Ein Photometer zur Messung der Helligkeit benachbarter Teile einer Fläche (Wolke, Mond, Sonne).“ Dasselbe beruht auf der vom Vortragenden gemachten Beobachtung, daß die Herschelschen Streifen, die entstehen, wenn man durch einen aus zwei rechtwinklig-gleichschenkligen Prismen unter Zwischenschaltung einer dünnen Luftschicht zusammengesetzten Glaswürfel nach einer Lichtquelle blickt, im durchfallenden und reflektierten Licht komplementär sind. Beobachtet man im durchfallenden und reflektierten Licht zwei Lichtquellen von gleicher Helligkeit, so verschwinden die Streifen. Man vergleicht nun die Helligkeit einer in einem Rohre verschiebbaren Glühlampe mit zwei zu vergleichenden Lichtquellen, z. B. mit zwei beleuchteten Stellen einer Hauswand und stellt die Glühlampe jedesmal auf die Auslöschung der Streifen ein. Aus der Stellung der Glühlampe in den beiden Versuchen kann man die Helligkeitsverhältnisse der beiden verglichenen Lichtquellen bestimmen.

Herr CLASSEN (Hamburg): „Ein Photometer zur direkten Messung der Helligkeitsverteilung in einem Raume ohne Hilfslichtquelle“. Das Photometer benutzt als Vergleichslichtquelle einen weißen Schirm von bestimmter Größe, der an einer bestimmten Stelle des zu untersuchenden Raumes aufgestellt ist, und vergleicht die Helligkeit eines anderen, dem ersten gleichen Schirms, der an verschiedenen anderen zu untersuchenden Stellen des Raumes aufgestellt wird, unter Anwendung des Lummer-Brodhunschen Prismas. Da das Verhältnis der Helligkeit beider Schirme von dem Wechsel der Beleuchtungsintensität unabhängig ist, weil beide Schirme bei wechselnder Beleuchtung in demselben Maße heller oder dunkler werden, so kann man die Helligkeitsverteilung im Raume auch messen, während ein Wechsel der Beleuchtungsstärke eintritt.

Herr ARCHENHOLD (Treptow): „Die Entwicklung der Fernrohrtechnik im 19. Jahrhundert“. Redner beschreibt vorwiegend die Einrichtung der Treptower Sternwarte.

Herr PULFRICH (Jena): „Über einen für metronomische und andere Zwecke bestimmten stereoskopischen Comparator“. Der Comparator beruht auf der Anwendung des stereoskopischen Prinzips, wonach bei der stereoskopischen Betrachtung zweier bis auf geringe Differenzen übereinstimmenden Bilder die Unterschiede körperlich aus der Bildebene heraustreten. Bei der stereoskopischen Betrachtung zweier Sternphotographien die an zwei verschiedenen Tagen von demselben Teile des Himmels aufgenommen sind, treten die Planeten deutlich aus der Himmelsebene heraus, wie an zwei Bildern des Himmels mit dem Saturn gezeigt wurde. Der Comparator gestattet, zwei zu vergleichende Größen, Bilder, Maßstäbe oder dergl. in natürlicher Größe stereoskopisch zu betrachten, indem zum Betrachten ein den Stangenfernrohren der Firma Zeiß ähnlich konstruiertes Mikroskop angewendet wird.

2. Sitzung am 24. September, vorm. Herr SIMON (Frankfurt a. M.): „Tönende Flammen Flammentelephonie“. (Siehe d. Zeitschr. 1901. Heft 5, S. 297.)

Herr BRAUN (Straßburg): „Über elektrische Wellentelegraphie“. Beim Marconischen System kommt es nicht zur Ausbildung von bestimmten stehenden Wellen auf dem Sendedraht, während beim Braunschen System dem Sendedraht Wellen von ganz bestimmter Wellenlänge aufgeprägt werden. Das Braunsche System benutzt im wesentlichen eine Anordnung, wie sie der Anordnung Lechers zur Erzeugung stehender Wellen entspricht. Zwischen den inneren Belegen zweier Flaschenbatterien, die durch einen Induktor geladen werden, werden Funkenentladungen erzeugt. Die äußeren Belegungen sind durch eine Induktionsspule verbunden. Nun wird entweder der Sendedraht direkt mit dem einen Pol dieser Spule verbunden (direkte Erregung), dann muß der andere Pol mit der Erde verbunden werden, oder man benutzt die Induktionsspule zur „induktiven Erregung“ einer zweiten Spule, deren einer Pol mit dem Sendedraht verbunden wird. Hierbei kommt es zur Ausbildung definierter elektrischer Wellen. Ähnlich wird auch der Auffangedraht für Wellen bestimmter Länge abgestimmt. Redner zeigte die Ausbildung der Wellen durch angehängte Geislersche Röhren beim Sendedraht, und die Resonanz beim Empfängerdraht durch ein eingeschaltetes Righisches Thermometer.

Herr BLOCHMANN (Kiel): „Über elektrische Strahlentelegraphie“. Nach Redners Ansicht breiten sich die elektrischen Wellen bei der Strahlentelegraphie nicht wie Lichtstrahlen nach allen Richtungen des Raumes aus, sondern verursachen Störungen der Potentialniveauflächen der Erde, ähnlich wie ein ins Wasser geworfener Stein die Oberfläche des Wassers mit Wellen versieht. Hierdurch erklärt Redner auch die Thatsache, daß es möglich ist, zwischen zwei Körpern mit elektrischen Strahlen zu telegraphieren, die soweit von einander entfernt sind, daß die Krümmung der Erde dazwischen liegt.

Herr HOPPE (Hamburg): „Über elektrodynamische Convektion“. Redner hat beobachtet, daß ein elektrischer Strom, der durch einen Platindraht fließt, der ein in eine Spitze ausgezogenes Glas-

rohr bis auf einen kleinen Zwischenraum ausfüllt, Quecksilber zum Ausfließen aus der Glasröhre bringt, das ohne den Strom nicht durch den Zwischenraum fließen kann. Die Erklärung sucht Redner in der gegenseitigen Anziehung der als Leiter paralleler Ströme dienenden Quecksilbermasse.

(Schluss folgt.)

E. Grimschl.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Transportabler Apparat für Cavendishs Versuch über Massenanziehung.

Von Max Kohn, Chemnitz.

Leider war es bisher nicht möglich, den hochinteressanten Versuch Cavendishs zum Nachweis des einfachen Gesetzes der Massenanziehung allgemein einem größeren Auditorium vorzuführen. Denn die ursprüngliche Form des Cavendishschen Apparates (Gilberts Annalen 2, 1799) ist nicht für Demonstrationszwecke geeignet, sondern für Einzelbeobachtung und Meßversuche bestimmt. Ganz besonders hat die Apparatanordnung den Nachteil, daß der beanspruchte Raum zu groß ist. Der Wagbalken von Cavendishs Apparat hatte eine Länge von ungefähr 2 m und war mit Kugeln von je 1,75 Pfund versehen, auf die großen Kugeln von mehreren hundert Pfund Gewicht wirkten.

Bei dem von C. V. Boys angegebenen Apparate (*Nature* XL 247; *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* I 129, III 37, VIII 173, X 96; *Zeitschr. f. Instrumentenkunde* X 69) sind diese Nachteile vermieden. Boys war bestrebt, den Aufhängungsfaden möglichst dünn zu nehmen, um so eine außerordentliche Empfindlichkeit des Systems zu erhalten. Es ist nämlich zu berücksichtigen, daß die Tragkraft eines Fadens mit der 2. Potenz des Durchmessers, die Torsionskraft mit der 4. Potenz des Durchmessers wächst. Es ist aber erforderlich, daß die Torsionskraft im Verhältnis zur Tragkraft möglichst klein ist, woraus folgt, daß der ganze Apparat in möglichst kleinen Dimensionen auszuführen ist.

Als besonders geeignetes Material entdeckte Boys den Quarz, der sich zu Fäden von bisher unerreichter Feinheit und von einer ebenfalls unerreichten Tragfähigkeit ausziehen läßt. Die von Boys hergestellten Fäden besitzen Durchmesser bis zu 0,00025 mm herab. Bei seinem Apparat für die Massenanziehung verwandte er Fäden von 0,005 mm Durchmesser; das von einem solchen Faden getragene Gewicht betrug 1,944 g (2 Kugeln zu je 0,972 g), während die großen Bleikugeln, die die kleinen Kugeln beeinflussten, je 653,1 g wogen. Über die Herstellungsmethode der feinen Quarzfäden sei auf die Originalabhandlung von Boys verwiesen (*Proceed. of the Phys. soc. of London* IX, 8. Oct. 1887).

Ein großer Übelstand des Apparates von Boys besteht darin, daß er nicht transportabel ist, sondern an Ort und Stelle von kundiger und geschickter Hand zusammengebaut und aufgestellt werden muß. Das schließt aber aus, daß der Apparat allgemein als Demonstrationsapparat zur Einführung kommen könnte. Es ist mir nun gelungen, den erwähnten Nachteil zu beseitigen und den Boysschen Apparat transportabel zu gestalten. Der Apparat wird in meinen Werkstätten versuchsfertig hergestellt, läßt sich ohne jede Gefahr versenden und kann nach Empfang sofort aufgestellt und in Betrieb genommen werden. Im folgenden gebe ich eine kurze Beschreibung davon; Fig. 1 zeigt den vollständigen aufgestellten Apparat, Fig. 2 in etwas größerem Maßstabe den Wagbalken mit Aufhängung und Schutzgehäuse.

Aus Fig. 2 läßt sich erkennen, in welcher Weise der empfindliche Teil des Apparates aufgebaut ist. Auf einem kräftigen Dreifuß mit Stellschrauben befindet sich ein drehbares und feststellbares Säulchen, das ein Glasgehäuse, ein weites Messingrohr und ein 40 cm langes enges Messingrohr mit Aufhängevorrichtung trägt. An diesem engen Rohre hängt der Quarzfaden von ungefähr 0,005 mm Durchmesser. An seinem unteren Ende ist ein leichtes Gehänge befestigt, das einen kleinen Spiegel und den Wagbalken trägt und zum Teil von dem kurzen, weiteren Messingrohr umschlossen ist. Zwei im rechten Winkel zu einander stehende runde Glasfenster mit Verschraubung dienen dazu, einen Lichtstrahl auf den symmetrisch zu ihnen stehenden Spiegel aufzutreffen und fortzuführen zu lassen. Der Wagbalken selbst besteht aus einem äußerst dünnen Glasstäbchen, das an seinen beiden Enden je eine kleine Messingkugel von 5,5 mm Durchmesser und 0,75 g Gewicht trägt. Der gegenseitige Abstand der Mittelpunkte dieser beiden kleinen Kugeln ist 36 mm groß.

Zum Schutze gegen Luftströmungen und rasche Temperaturschwankungen ist der Wagbalken, wie die Fig. zeigt, in ein rechteckiges Glasgehäuse mit doppelten Wandungen eingeschlossen. Durch eine Rändelschraube, die das drehbare Säulchen durchsetzt und deren Kopf sich unterhalb desselben befindet, kann die Arretierung des Apparates bewirkt werden. Die Vorrichtung besteht in der Hauptsache aus zwei halbkugelförmigen Lagern, die beim Arretieren die beiden kleinen Kugeln des Wagbalkens in sich aufnehmen, in die Höhe heben und gegen 2 entsprechend geformte Widerlager pressen. Hiermit ist aber auch der Quarzfaden entlastet und der Apparat transportabel geworden. Ist der

Apparat an seinen Aufstellungsort gebracht, so braucht nur die Arretierung gelöst zu werden, um mit ihm arbeiten zu können.

Der Apparat wird, wie Fig. 1 erkennen läßt, auf ein Wandkonsol mit Brett gestellt; darüber befindet sich, gleichfalls an der Wand befestigt, ein eiserner Rahmen, der 2 Führungsstangen für 2 große Bleikugeln trägt. Diese Kugeln sind dementsprechend durchbohrt und können durch Schnüre mit Rollenführung um 36 mm hin und her verschoben werden, sodass sie in den Endstellungen den kleinen Kugeln das eine Mal auf den linken Seiten, das andere Mal auf den rechten Seiten gegenüber stehen. Es findet demnach entweder eine Anziehung des ganzen Systems in dem einen oder dem anderen Sinne statt. Das Gewicht jeder der beiden Kugeln beträgt 2978 g, der Durchmesser genau 80 mm, der Abstand der Mittelpunkte einer großen Kugel und der beeinflussten kleinen Kugel in der Nulllage beträgt 53 mm, und demnach der Abstand der Längsachsen der beiden Führungsstangen für die Bleikugeln 106 mm.

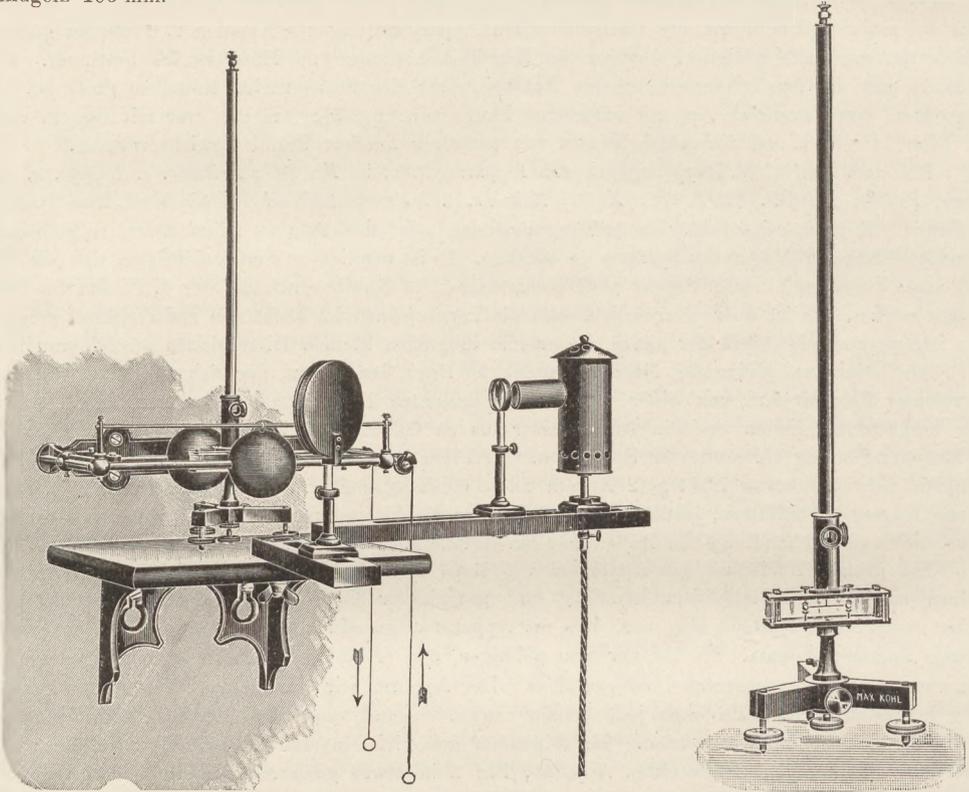


Fig. 1.

Fig. 2.

Um nun die Anziehung der Kugeln und die Drehung des Wagbalkens, die in dem einen oder anderen Sinne erfolgt, einem grösseren Auditorium deutlich zu zeigen, ist es erforderlich, den erhaltenen Ausschlag der Torsionswaage in vergrössertem Maassstabe objektiv darzustellen. Zu diesem Zwecke wird durch eine biconvexe Linse das Bild eines erleuchteten Spaltes derart an einer an der Wand befestigten Skala erzeugt, dass die Strahlen von dieser Linse durch das eine Fenster des Apparates eintreten, an dem Spiegel des Wagbalkens reflektiert werden, durch das andere Fenster wieder austreten und auf einen Convexspiegel treffen, von dem aus sie schliesslich an die Skala gelangen. Namentlich der Convexspiegel dient dazu, dass der Ausschlag stark vergrössert erscheint; es beträgt der Ausschlag nach jeder Seite ungefähr 40 cm, wenn sich die Skala ungefähr 10 m vom Convexspiegel entfernt befindet.

An dem Brette des Konsols sind 2 Leisten mit Schlittenführung befestigt, auf denen sich 3 Stative verschieben lassen, um eine sichere Einstellung des Spaltbildes zu erzielen. Die Stative tragen die Glühlampe mit Spaltcylinder, die biconvexe Linse und den Convexspiegel.

Ein genaues Schema zur richtigen Aufstellung, die ungefähr in einer Höhe von 2,25 m über dem Fußboden erfolgt, gebe ich jedem Apparat bei. Damit der Apparat bei gelöster Arretierung keinen Schaden erleidet, und die Versuche nicht gestört werden, ist es unbedingt erforderlich, dass die Befestigung an einer völlig erschütterungsfreien Mauer erfolgt.

Correspondenz.

Forst i. L. Von den Schriften von W. Zopf, auf die in Heft 5 S. 260 hingewiesen wurde, ist besonders die folgende zu nennen: Ein Lehrgang der Natur- und Erdkunde für höhere Schulen. Breslau, J. U. Kern, 1891.

Die Mitteilung des Herrn Dechant im vorigen Heft dieser Zeitschrift S. 293 über eine Methode zur experimentellen Bestimmung der Größen M und H entspricht durchaus den Erfahrungen, die auch ich hierüber zu machen Gelegenheit hatte; nur scheint dem Herrn Verfasser der zweite Aufsatz des Herrn Kleiber (ds. Zeitschr. XII 79) entgangen zu sein, in dem ganz dasselbe Verfahren, soweit es sich um die Bestimmung von M H handelt, empfohlen worden ist. Ich benutze diese „Polwage“ seit zwei Jahren bei meinen Schülerübungen mit bestem Erfolg zur Bestimmung von H und M , und werde demnächst Gelegenheit nehmen, auf Einzelheiten des Verfahrens zurückzukommen und seine Brauchbarkeit und Genauigkeit durch einige Zahlenangaben zu belegen. *K. Noack.*

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

Moritz Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. III. Bd., 3. Abteilung. Zweite Auflage. Mit 147 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1901, 923 S. M. 25,60. — **Alex. Wernicke**, Lehrbuch der Mechanik in elementarer Darstellung. I. T: Mechanik fester Körper. 4. Aufl. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1901, 809 S. M. 6. — **J. B. Stallo**, Die Begriffe und Theorien der modernen Physik. Übers. und herausgeg. von Hans Kleinpeter. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 332 S. M. 7. — **Gustav Platner**, Die Mechanik der Atome. Berlin, M. Krayn, 1901, 96 S. — **F. Braun**, Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft. Mit zahlr. Textfiguren, Leipzig, Veit & Comp., 1901, 68 S. M. 2. — **Silvanus P. Thompson**, Faraday und die englische Schule der Elektriker. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1901, 43 S. M. 1,50. — **O. Lehmann**, Physik und Politik. Festrede, gehalten an der techn. Hochschule. Karlsruhe, G. Braun, 1901, 55 S. — **A. Schweitzer**, Reduktionskurven zur Gauß-Poggendorff'schen Spiegel-Ablesung, Zürich-Oberstrafs. E. Speidel, 1901, M. 1. — **Diagramme** der elektrischen und magnetischen Zustände und Bewegungen. Entworfen und begründet von **F. W. Wullenweber**, als Mskr. gedruckt bei Friedrich Courths, St. Johann a. d. Saar, 1901. — **H. W. Bakhuis Roozeboom**, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. 1. Hft.: Die Phasenlehre — Systeme aus einer Komponente. Mit 54 Fig. Braunschweig, Frdr. Vieweg & Sohn, 1901, 217 S. M. 5,50. — **Ch. M. van Deventer**, Physikalische Chemie für Anfänger. Mit einem Vorwort von Dr. J. H. van 'tHoff, 2. Aufl., Leipzig, Wilh. Engelmann, 1901, 168 S. M. 4,00. — **Georg Bredig**, Anorganische Fermente. Kontaktchemische Studie. Mit 6 Fig. im Text. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1901, 99 S. M. 3. — **Karl Kössler**, Gustav Theodor Fechner. Gedächtnisrede. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1901, 26 S. M. 1. — Das deutsche Jahrhundert, Abt. X: **E. Wunschmann**, Geschichte der Physik im 19. Jahrhundert. 424 S. M. 2,50. Abt. XI: **A. Wilhelmy**, Geschichte der Chemie im 19. Jahrhundert. Berlin, F. Schneider & Co., 568 S. M. 3,50. — **G. M. Hirsell**, Chronologische Reformen. Breslau, Preuß & Jünger, 1901, 35 S. M. 1. — **J. Russner**, Elementare Experimental-Physik für höhere Lehranstalten. 5. T.: Magnetismus und Galvanismus. Mit 291 Fig. Hannover, Gebr. Jänecke, 1901, 178 S. M. 3,20. — **J. Kleiber**, Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien. Mit zahlr. Fig. München, R. Oldenbourg, 1901, 270 S. M. 3. — **M. Wildermann**, Naturlehre für den Unterricht an Mittelschulen und höheren Mädchenschulen. Mit 130 Abb. 3. Aufl. Freiburg i. B., Herder, 1901, 144 S. M. 1,25. — **Joh. Crüger**, Lehrbuch der Physik für höhere Schulen. 9. Aufl., vollst. neubearb. von Rudolf Hildebrand. Mit 493 Abb. Leipzig, Amelangs Verlag, 1901, 423 S. M. 4,50, geb. 5,00. — **F. Pietzker**, Elemente der mathematischen Erdkunde. Anhang z. vor., mit 29 Fig. 62 S. M. 0,60. **F. Pietzker**, Einführung in die Chemie und Mineralogie, Anhang z. vor., mit 30 Fig., 46 S. M. 0,60. — **Ferd. Fischer** und **H. Krause**, Leitfaden der Chemie und Mineralogie. 4. verb. Aufl., bearb. von Dr. H. Krause. Mit 224 Fig. Hannover und Leipzig, Hahn, 1901, 285 S. M. 3. — **Joachim Sperber**, Leitfaden für den Unterricht in der anorganischen Chemie. 2. T. Zürich, E. Speidel, 1901, 161 S. M. 2,40. — **Dampf und Elektrizität**. Die Technik im Anfang des 20. Jahrhunderts. Ein Atlas mit 12 zerlegbaren, z. T. beweglichen Modellen, nebst erläuterndem Text, Leipzig, Otto Maier. M. 10,00.

Sonderabdrücke: Über ein einfaches Spectrometer und die wichtigsten direkten Methoden zur Bestimmung von Brechungsexponenten, von F. F. Martens. S.-A. a. d. Verhandl. d. dtsh. Physik. Ges. Nr. 2. — Magnetische Untersuchungen von neueren Eisensorten von E. Gumlich und Erich Schmidt. Mitt. a. d. Physik.-Techn. Reichsanstalt. (S.-A. E. T. Z. 1901, Heft 35.)

Himmelserscheinungen im Dezember 1901 und Januar 1902.

☿ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond.

		Dezember						Januar						
		1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30
♄	AR	15 ^h 19 ^m	15.49	16.20	16.53	17.26	18. 0	18.36	19.11	19.47	20.23	20.57	21.30	21.58
	D	— 17 ^o	— 19 ^o	— 21 ^o	— 23 ^o	— 24 ^o	— 25 ^o	— 25 ^o	— 24 ^o	— 23 ^o	— 22 ^o	— 19 ^o	— 16 ^o	— 13 ^o
♃	AR	19 ^h 53 ^m	20.15	20.36	20.55	21.12	21.28	21.43	21.55	22. 4	22.11	22.15	22.15	22.11
	D	— 24	— 22	— 21	— 19	— 18	— 16	— 14	— 12	— 11	— 9	— 7	— 6	— 5
☉	AR	16 ^h 28 ^m	16.49	17.11	17.33	17.55	18.18	18.40	19. 2	19.24	19.45	20. 7	20.28	20.49
	D	— 22	— 22	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 22	— 21	— 20	— 19	— 18
♂	AR	18 ^h 24 ^m	18.41	18.58	19.15	19.32	19.48	20.05	20.21	20.37	20.54	21. 9	21.25	21.41
	D	— 24	— 24	— 24	— 23	— 23	— 22	— 22	— 21	— 20	— 19	— 18	— 16	— 15
♂	AR	19 ^h 3 ^m		19.13		19.22		19.32		19.42		19.52		20. 2
	D	— 23		— 23		— 22		— 22		— 22		— 21		— 21
♂	AR	19 ^h 2 ^m							19.19					
	D	— 23							— 22					
☾	Aufg.	7 ^h 50 ^m	7.56	8. 3	8. 7	8.11	8.13	8.14	8.13	8.11	8. 7	8. 2	7.56	7.49
	Unterg.	15 ^h 48 ^m	15.45	15.44	15.44	15.45	15.48	15.53	15.58	16.05	16.12	16.20	16.29	16.39
☾	Aufg.	20 ^h 31 ^m	3. 1	7.58	10.49	12.55	17.35	23.42	4. 0	7.58	10. 6	13. 0	18.56	—
	Unterg.	11 ^h 37 ^m	13.27	16.24	21.43	2.45	8.25	10.49	12.56	17.15	23.14	4.14	8. 4	10. 1
Sternzeit im mittl. Mittg.		16 ^h 38 ^m 27 ^s	16.58. 9	17.17.52	17.37.35	17.57.18	18.17. 0	18.36.43	18.56.26	19.16. 9	19.35.52	19.55.34	20.15.17	20.35. 0
Zeitgl.		— 11 ^m 3 ^s	— 9. 4	— 6.51	— 4.29	— 2. 1	+ 0.28	+ 2.55	+ 5.15	+ 7.26	+ 9.22	+ 11. 1	+ 12.22	+ 13.23

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Dez. 11, 4 ^h Jan. 9, 22 ^h	Dez. 18, 22 ^h Jan. 17, 7 ^h	Dez. 25, 13 ^h Jan. 24, 1 ^h

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Dezember	Nur in den ersten Tagen morgens sichtbar	Zuletzt 3 1/2 St. abends sichtbar	1/4 Stunde abends sichtbar, am 17. nahe Jupiter	Wird am Ende des Monats unsichtbar	Wird gegen Ende des Monats unsichtbar
im Januar	Zuletzt 1/2 St. abends sichtbar	Am 10. im grössten Glanz, zuletzt noch 2 St. abends sichtbar	Nur anfangs noch sehr kurze Zeit im SW sichtbar	unsichtbar	unsichtbar

Veränderliche Sterne:

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
Dez. 7	21 ^h	♂ Cephei-Max.	Dez. 24	0 ^h	♂ Cephei-Max.	Jan. 8	21 ^h 8 ^m	Algol-Min.
14		R Lyrae-Min.	24	22 ^h 13 ^m	λ Tauri-Min.	11	17 ^h 57 ^m	Algol-Min.
16	22 ^h 47 ^m	Algol-Min.	28	21 ^h 5 ^m	λ Tauri-Min.	12	20 ^h	♂ Cephei-Min.
17	0 ^h	♂ Cephei-Min.	Jan. 3	18 ^h	♂ Cephei-Max.	19	20 ^h	♂ Cephei-Max.
19	19 ^h 36 ^m	Algol-Min.	6	0 ^h 19 ^m	Algol-Min.			

Sternbedeckung. Jan. 29. α Virginis Eintritt 23^h 27^m 6^s, Q₁ = 128° 8
 - 30. - - Austritt 0^h 27^m 6^s, Q₂ = 274° 3.
 (Mondaufgang: 23^h 44^m.)

Q bedeutet den vom nördlichsten Punkte des Mondrandes über Ost gezählten Positionswinkel des Eintritts bezw. Austritts.

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Englisch.

- Grammatik der englischen Sprache** nebst methodischem Übungsbuche. Von Dr. R. Sonnenburg. 11. Aufl. M. 2,80. 15. Aufl. M. 2,40.
- An Abstract of English Grammar** with Examination-Questions. By Dr. R. Sonnenburg. M. 1,20.
- Englische Übungsbuch.** Methodische Anleitung zum Übersetzen aus dem Deutschen in das Englische. Von Dr. Rudolf Sonnenburg. I. Abteilung: Zur Einübung der Aussprache und der Formenlehre. M. 1,20. II. Abteilung: Zur Einübung der syntakt. Regeln. Mit deutsch-englischen Musterfällen. M. 2,—.
- Onomatik der englischen Sprache** zum Gebrauche neben der Grammatik. Von Dr. R. Dilm. M. 2,—.
- Englisches Lesebuch** für höhere Lehranstalten. Von Dr. J. B. Peters. M. 2,—.

Französisch.

- Lehrbuch der französischen Sprache** für höhere Lehranstalten von Dr. W. Mangold und Dr. D. Coste. I. Teil. Lese- und Lehrbuch für die untere Stufe. Ausgabe A: für Gymnasien, Real- und höhere Bürgerschulen. M. 1,40. — Ausgabe B: für höhere Mädterschulen. M. 1,40. II. Teil. Grammatik für die obere Stufe. Ausgabe A: für Gymnasien und Realgymnasien. M. 1,40. — Ausgabe B: für Reals-, höhere Bürger- und Mädterschulen. M. 1,40. III. Teil. Übungsbuch zum Übersetzen aus dem Deutschen ins Französische für die obere Stufe. M. 1,40.
- Übungsbuch zum Übersetzen aus dem Deutschen ins Französische** für die oberen Klassen höherer Lehranstalten. Von Dr. Emil Burger. M. 1,60.
- Grammatisches Übungsbuch der französischen Sprache.** Methodische Anleitung zur Einübung der syntaktischen Regeln. Mit deutsch-französischen Musterfällen. Von Dr. R. Sonnenburg. M. 2,—.

Mathematik.

- Leitfaden der Elementar-Mathematik.** Von Dr. K. Noack. Kart. M. 1,40.
- Leitfaden für den Unterricht in der Stereometrie** mit den Elementen der Projektionslehre. Von Dr. Carl Gusserow. Mit 45 Figuren. Kart. M. 1,40.
- Die Elemente der Planimetrie in ihrer organischen Entwicklung.** Von Dr. E. Schindler. In 4 Stufen. Mit 594 Holzschnitten. Kart. I: M. 1,20. — II: M. 1,—. III: M. 1,80. — IV: M. 2,40.
- Sammlung von Aufgaben der praktischen Geometrie** nebst kurzer Anleitung zur Lösung derselben. Von Dr. A. Baule. Kart. M. 1,—.
- Textgleichungen geometrischen Inhalts.** Für den Gebrauch beim Unterricht entworfen von Dr. Ch. Harmuth. Kart. M. 1,20.
- Der erste Unterricht in der Mannlehre.** Ein methodischer Leitfaden für die unteren Klassen höherer Lehranstalten, sowie für die Volksschule in heuristischer Darstellung bearbeitet von Dr. Max Simon. Mit 58 Figuren. Kart. M. —,50.
- Maxima und Minima.** Aufgaben für die Prima höherer Lehranstalten. Von Dr. H. Maurer, Oberlehrer am Realgymnasium zu Düsseldorf. Mit 13 Figuren. Kart. M. 1,40.

Geschichte.

- Lehrbuch der Geschichte** für die oberen Klassen höherer Lehranstalten von Dr. fr. Hofmann. Kart. I: Griechische Geschichte. M. —,50. — II: Römische Geschichte. M. 1,20. — III: Geschichte des Mittelalters. M. 1,40. — IV: Neuere Geschichte. 1. Von der Reformation bis zu Friedrich dem Großen. M. 1,20. — V: Neuere Geschichte. 2. Von Friedrich dem Großen bis zur Gründung des neuen deutschen Reichs. M. 1,20. — VI: Brandenburgische Geschichte bis zu Friedrich dem Großen. M. —,50.
- Lehrbuch der Geschichte** für die unteren und mittleren Klassen höherer Lehranstalten von Dr. Hans Meyer. Kart. I: Alte Geschichte. Mit einem Abriss der alten Geographie. M. —,80. — II: Deutsche Geschichte im Mittelalter. M. —,50. — III: Deutsche Geschichte von der Reformation bis zu Friedrich dem Großen. M. —,50. — IV: Deutsche Geschichte von Friedrich dem Großen bis zur Gegenwart. M. —,50.
- Geschichts-Tabellen** zum Gebrauch in höheren Schulen. Von Dr. Paul Goldschmidt. Kart. M. —,60.

Verschiedenes.

- Deutsches Lesebuch für Prima.** Von Dr. Paul Cauer. M. 3,—.
- Physikalische Mechanik** von P. Johanneslon. Mit 37 Figuren auf 2 lithographierten Tafeln. Kart. M. 1,—.
- Physikalische Aufgaben** für die oberen Klassen höherer Lehranstalten und für den Selbstunterricht. Von Dr. W. Müller-Erbach. M. 2,40.
- Leitfaden für physikalische Schülerübungen.** Von Dr. K. Noack. M. 1,20.
- Elemente der Experimental-Chemie.** Ein methodischer Leitfaden für den chemischen Unterricht. Von Dr. O. Lubarsch. In 2 Teilen. I: Die Metalloide. M. 2,40. — II: Die Metalle. M. 2,40.
- Technik des chemischen Unterrichts** auf höheren Schulen und gewerblichen Lehranstalten. Für den praktischen Schulgebrauch sowie für den Selbstunterricht im Experimentiren bearbeitet von Dr. O. Lubarsch. Mit 64 Abbildungen. M. 4,—.
- Übersicht der deutschen Metrik und Poetik.** Von Dr. J. B. Peters. M. —,80.
- Geschichten aus Livius** von Dr. Paul Goldschmidt. Mit 3 lithographierten Karten. M. 2,60.
- Hülfsbüchlein beim Gesang-Unterricht** in den unteren Klassen höherer Lehranstalten von Professor Dr. H. Bellermann. (Ausgabe im Sopran- oder C-Schlüssel.) M. —,50.
— Dasselbe. (Ausgabe im Violin- oder G-Schlüssel.) M. —,50.

Lebenserinnerungen

von **Werner von Siemens.**

Dritte Auflage (Zweiter unveränderter Abdruck).

Mit dem Bildnis des Verfassers in Kupferätzung.

Preis M. 5,—; in Halbleder gebunden M. 7,—.

Die städtische Handels-Hochschule

in Köln,

die erste selbständige Handels-Hochschule
in Deutschland,

eröffnet am 1. Mai 1901.

2. Auflage.

Preis M. 1,—.

Bernhard Schwalbe.

Gedächtnisrede

gehalten von

Dr. Friedrich Poske,

Professor am Askaniischen Gymnasium zu Berlin.

Nebst dem Bildnis Schwalbes in Heliogravüre und
einem Verzeichnis seiner Veröffentlichungen.

Preis M. 1,—.

Die Theorie der Beobachtungsfehler

und die

Methode der kleinsten Quadrate

mit ihrer

Anwendung auf die Geodäsie und die Wassermessungen.

Von

Otto Koll,

Professor, Geheimer Finanzrath und vortragender Rath im Kgl. Preuss. Finanzministerium.

Mit in den Text gedruckten Figuren.

Zweite Auflage.

Preis M. 10,—; in Leinwand gebunden M. 11,20.

Ueber

Harmonie und Complication.

Von

Dr. Victor Goldschmidt,

a. o. Professor an der Universität Heidelberg.

Mit 28 in den Text gedruckten Figuren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4,—.

Verfasser sucht zu zeigen, dass das in der Krystallographie für die Entwicklung der Formen nachgewiesene Gesetz der Complication auch die übrigen von uns als Harmonie empfundenen Verhältnisse beherrscht. Eingehend wird dies bei den Tönen und den Farben, den Hauptgebieten der Aesthetik bewiesen. Mit dem Nachweis, dass das die Harmonie beherrschende Gesetz der Complication zugleich Gesetz unseres Geisteslebens und Naturgesetz sei, schliesst das Buch, das als ein von naturwissenschaftlicher Seite her gemachter Versuch zu einer Identitäts-Philosophie aufgefasst werden möchte.