

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XIX. Jahrgang.

Fünftes Heft.

September 1906.

Über den Hochschulunterricht für künftige Lehrer der Physik.

Von

Prof. E. Wiedemann in Erlangen.

Auf eine Aufforderung des Leiters dieser Zeitschrift und nach Rücksprache mit einer Reihe von Kollegen, die an Mittelschulen (im bayerischen Sinne des Wortes) den Physikunterricht erteilen, erlaube ich mir im folgenden im wesentlichen zu schildern, wie sich etwa bei uns in Erlangen die Ausbildung derjenigen Lehramtskandidaten für Mathematik und Physik gestaltet, die ihr Hauptinteresse der Physik zuwenden¹⁾.

Bei einer solchen Art der Darstellung ist man auch am ehesten davor bewahrt, ideale, aber in der Wirklichkeit nicht realisierbare Verhältnisse zu konstruieren, wie dies bei neueren pädagogischen Vorschlägen nur zu oft geschieht, die Schüler und Dozenten, wie sie höchstens vereinzelt vorkommen, voraussetzen, und ersteren eine fast undenkbare geistige Aufnahmefähigkeit und eine nur selten vorkommende Lust der Vertiefung in ein bestimmtes Fach zuschreiben.

Wenn ich überhaupt nach langem Zögern gewagt habe, der an mich gerichteten Aufforderung nachzukommen, so mag das dadurch gerechtfertigt sein, daß ich mich stets für das Unterrichtswesen lebhaft interessierte, als Kommissar bei Absolutorien und in vielfachem Verkehr mit Lehrern an Mittelschulen manches zu lernen suchte und mich mit Vorliebe auch über die Kenntnisse der Studenten, wie sie sie auf der Schule und Universität erwerben, im täglichen Umgang im Laboratorium orientierte. Die zahlreichen Doktorprüfungen und Staatsexamina, an denen ich teilnehmen mußte, haben meine Erfahrungen erweitert.

Ganz selbstverständlich ist, daß die Methode des Unterrichtes von Hochschule zu Hochschule, von Institut zu Institut vielfach eine verschiedene ist; sie richtet sich wesentlich nach der Persönlichkeit der Vertreter unsres Faches. Ein Schematisieren würde nur Schaden anrichten; denn darin liegt ja ein Hauptwert des akademischen Unterrichtes, daß das beste, was der Student von ihm in das Leben mitnimmt, in der wissenschaftlichen Anregung für seine spätere Tätigkeit liegt, wodurch erst die Kenntnisse, die er im Examen aufzuweisen hat, wirklich fruchtbar werden. Solche Anregungen lassen sich aber nicht durch Verordnungen und Vorschläge bestimmen.

Als erste Vorlesung hört bei uns wie sonst der zukünftige Physiker und Mathematiker wie zahlreiche andere Studierende die allgemeine Vorlesung über Experimentalphysik. In ihr gibt der Dozent einen zusammenhängenden Überblick über das ganze Gebiet der Physik, weist vor allem die allgemeinen Gesichtspunkte auf und streift wenigstens die neuesten Fortschritte der Wissenschaft. Im

¹⁾ Über pädagogische Fragen habe ich mich bereits früher in der deutschen Revue, in den bayerischen Gymnasialblättern und in einem Vortrage vor der Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften zu Wiesbaden (diese Zeitschr. VIII 52) ausgesprochen.

großen und ganzen wird der Dozent den verschiedenen Teilen der Physik in gleichem Maße gerecht werden müssen, wie es ja gerade für den zukünftigen Lehrer erforderlich ist. Gerade an der Universität wird ihn die Tatsache, daß auch Studierende der Medizin und Chemie usf. die Vorlesung hören, vor einer einseitigen Betonung eines Abschnittes bewahren. Im einzelnen werden aber je nach Neigung und Anlage des Vortragenden sich mancherlei Abweichungen zeigen; der eine wird mehr die historischen und philosophischen Zusammenhänge betonen, ein zweiter wird eingehender die technischen Anwendungen, die wohl von einem jeden erwähnt werden, besprechen, ein dritter mehr Gewicht auf eine mathematische Ableitung der Formeln legen usw. Aus einer solchen Vorlesung wird der zukünftige Lehrer eine Fülle von Wissen und Anregung für seinen Unterricht schöpfen.

In neuerer Zeit hat man wohl manchmal gemeint, für die Absolventen mancher Lehranstalten sei die eben besprochene Vorlesung zu elementar, sie bekämen gegenüber dem, was sie auf der Schule gelernt, nichts Neues zu hören usf.¹⁾. Nach meinen an Schülern der verschiedensten Anstalten gemachten Erfahrungen ist die Auffassung aber nicht richtig. Wohl kann es vorkommen, daß die Absolventen der Oberrealschule und des Realgymnasiums in den ersten Vorlesungen viel Bekanntes hören. Wollen sie dann das studentische Leben genießen, so bietet ihnen dies einen höchst willkommenen Vorwand, die Vorlesung zu schwänzen; aber selbst Absolventen der Oberrealschule, die ausharrten, haben mir oft versichert, daß sie noch sehr viel zu ihren Kenntnissen von der Schule zugelernt, ja vieles überhaupt erst recht verstanden hätten. Einzelne haben den einen oder andern Teil der Experimentalphysik sogar zweimal gehört. — Eine ähnliche Erfahrung in bezug auf den Nichtbesuch der elementaren Vorlesungen und die schädlichen Folgen desselben macht man auch bei den Studierenden, die schon auf der Schule etwas von Differential- und Integralrechnung gehört haben. Daher überholen oft zunächst in der Mathematik Abiturienten des humanistischen Gymnasiums solche von realistischen Anstalten. Im Interesse der Schule liegt es, wenn von seiten der Lehrer auf diese Gefahr aufmerksam gemacht wird.

Bei der Ansicht, daß die Experimentalvorlesung nach einem eingehenden Schulunterricht überflüssig sei, geht man vielleicht zu sehr von der Meinung aus, daß die Höhe der Behandlung in der Physik von der Anwendung mathematischer Hilfsmittel abhängt. Indes glaube ich, daß, von einzelnen Fällen abgesehen, ein Erfassen der meisten physikalischen Begriffe ohne größere Anwendung mathematischer Hilfsmittel unbedingt nötig ist, da sich sonst gar viele Studierende mit der rein formalen Definition begnügen. Ein solches Erfassen ist um so nötiger, als ja auch in der Schule später die Begriffe in dieser Weise wieder darzustellen sind.

Auf welcher Höhe sich auch ohne die Differential- und Integralrechnung die Darstellung der Experimentalphysik halten kann, davon geben wohl das glänzendste Zeugnis die Vorlesungen von A. KUNDT.

¹⁾ Wenn hie und da bei einer Aufstellung des Brechungsindex der Ausdruck „Sinus“ vermieden oder noch einmal erläutert wird, so geschieht das zum Teil mit Rücksicht auf die Pharmazeuten, deren mathematische Ausbildung nicht bis zur Trigonometrie ging. Durch die neue Bestimmung über deren Vorbildung fällt dies Hindernis fort. Wie wenig fest aber auch bei Gymnasialabiturienten die Begriffe der Trigonometrie haften, davon hat man nur zu oft Gelegenheit sich zu überzeugen.

Ich persönlich habe mich übrigens nie gescheut für die Studierenden der Mathematik die Ausdrücke $\frac{dx}{dt}$, $\frac{d^2x}{dt^2}$ und $m \frac{d^2x}{dt^2}$ für die Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft zu erwähnen, ohne damit bei den weniger mathematisch Geschulten auf Widerspruch zu stoßen.

Durch solche Übersichtsvorlesungen (dasselbe, was für die Physik gilt, gilt auch für andere Gebiete) wird der junge Mann in ganz anderer Weise, als es auf der Schule möglich ist, in eine Wissenschaft eingeführt. Schon allein der Umstand, daß auf der Schule stets ein ganz bestimmtes Examensziel erstrebt werden muß, spielt eine große Rolle; die zu rechnenden Aufgaben unterbrechen den Gang der Entwicklung. Vor allem hat aber der Schüler gar nicht die Zeit, sich in die schwierigen Fragen wirklich zu versenken, wie es zum Durchdringen derselben nötig ist; denn Unterricht in Sprachen, modernen oder alten, Mathematik, Physik, Chemie, Religion, Geschichte wechseln in bunter Reihenfolge miteinander ab und zersplittern die Gedanken, ganz abgesehen von dem wachsenden Interesse an Turnspielen und Sport und den Ereignissen des Lebens. Daher haften die auf der Schule erworbenen Kenntnisse relativ schwach, wie jeder Dozent an der Universität erfährt, der sich die Mühe gibt, nach etwa zwei Semestern nach den Gegenständen zu fragen, die im Absolutorium gewußt wurden. Aber auch schon das Absolutorium lehrt dieselbe Tatsache, wenn nicht etwa kurz vorher durchgegangene, selbst einfache Dinge in der schriftlichen oder mündlichen Prüfung behandelt werden.

In der Beurteilung des wirklichen dauernden Erwerbes der Schüler durch den Unterricht täuscht sich gar leicht die Schule, da, was sie verlangt, vom Schüler für den Unterricht gelernt werden muß und gelernt wird. Dies gilt vor allem von der Aufnahme der einfachsten Begriffe durch den Schüler, die eben, weil sie so einfach erscheinen, so schwer sind.

Wird auf der Schule die Physik so gelehrt, daß sie unsere Experimentalphysik ersetzt, so geht, glaube ich, und derselben Ansicht sind zahlreiche Kollegen, erstere über ihre Aufgabe hinaus; die Schule soll eben „allgemeine“ und nicht „Fach“bildung geben. Daß mit tüchtigen Klassen, von Lehrern, die eine spezielle Beanlagung haben, der eine oder andre Teil der Physik zum Nutzen von Lehrer und Schüler eingehender behandelt werden kann, ist sicher; für die ganze Physik halte ich es für unmöglich. Da dann die anderen Fächer entsprechende Ansprüche erheben würden, wird sicher eine große Überlastung eintreten, der ein gerade für unsere Wissenschaft sehr schmerzlicher Rückschlag folgen würde.

Besonders betonen möchte ich, daß mir nichts ferner liegt, als den Unterricht an unseren Mittelschulen herabdrücken zu wollen, er soll so hoch gehalten werden, als dies mit den Zielen dieser Anstalten irgend vereinbar ist.

Der Gedanke, daß eine „gehobene Experimentalphysik“ zu lesen sei, ist wie so mancher andere schon aus materiellen Gründen nicht oder kaum durchführbar, und zwar schon wegen der geringen Zahl von Zuhörern; ein solche gehobene Vorlesung müßte weit regelmäßiger besucht werden, als dazu die Studenten der ersten Semester Lust haben. Nur an den ganz großen Universitäten würde sich eine entsprechende Zahl von Studierenden finden und auch diese wohl nur so lange, als der jetzige starke Andrang zum Mathematik- und Physikstudium anhält. An Stelle dieser Vorlesung treten bei uns und anderswo Spezialvorlesungen aus den einzelnen Gebieten der Physik, die zum Teil unter der allgemeinen Flagge der theoretischen Physik segeln.

Die Vorlesungen über theoretische Physik, bei denen das Hauptgewicht nicht sowohl auf die mathematischen Ausführungen als auf den physikalischen Inhalt gelegt wird, geben zunächst in zwei aufeinander folgenden Semestern eine Übersicht über das gesamte Gebiet, etwa wie dies von G. KIRCHHOFF in seiner bis zum Jahre 1871 gehaltenen Übersichtsvorlesung geschah. Dadurch werden die Studierenden in den

Stand gesetzt, Originalarbeiten, die nicht zu hohe mathematische Anforderungen stellen, zu lesen und sich auf ihre eigenen Arbeiten vorzubereiten. In anderen parallel gehenden Vorlesungen werden einzelne Gebiete sowohl theoretisch wie experimentell eingehend behandelt. Einer unserer Dozenten hält z. B. eine Vorlesung über elektrische Meßmethoden, einschließlich derer, die bei Gasentladungen in Betracht kommen; die einzelnen dabei vorkommenden Versuche (z. B. Ablenkung der Kathodenstrahlen) führt er dann bis in die Einzelheiten mit den Studierenden zusammen aus.

Wo irgend möglich, sind mit den Vorlesungen Übungen verbunden. Die in ihnen gestellten Aufgaben vertiefen einmal das Verständnis der vorgetragenen physikalischen Probleme und befördern andererseits die Gewandtheit in der Anwendung mathematischer Methoden. Dabei werden auch ganz einfache Aufgaben aus dem Bereiche der Schule und der Experimentalphysik gegeben, deren Lösung ohne Anwendung von höherer Mathematik möglich ist. Die hierbei gemachten Erfahrungen haben gelehrt, wie wichtig ein fortwährendes Zurückgreifen auf die Elemente ist.

Bei der großen Bedeutung der Anwendungen der Physik in den verschiedenen Gebieten der Technik und der großen Rolle, welche die Physik bei der Deutung astrophysikalischer Phänomene spielt, bilden Vorlesungen über physikalische Technologie, einschließlich der Elektrotechnik, einen festen Bestandteil unserer Vorlesungen im physikalischen Institut.

Von Zeit zu Zeit sind auch Vorlesungen über Geschichte der Physik gehalten worden.

Das physikalische Anfangspraktikum wird im wesentlichen in der Weise durchgeführt, wie es in dem von H. EBERT und mir herausgegebenen Werke dargestellt ist. Während aber Chemiker, Pharmazeuten und Mediziner die Übungen mehr in kursorischer Weise ausführen, lassen wir bei einer Reihe von Übungen die jungen Physiker eine Genauigkeit erstreben, wie sie bei den vorhandenen Hilfsmitteln überhaupt erreichbar ist; so wird z. B. eine Wägung möglichst genau durchgeführt, ebenso eine Bestimmung des Brechungsindex, wobei auf die Einstellung von Prisma, Fernrohr etc. die größte Sorgfalt verwendet wird. Eine weitere Bestimmung, auf die wir besonderes Gewicht legen, ist diejenige der Dampfdichte, da sich hierbei gewisse manuelle Geschicklichkeiten ausbilden lassen. Bei Messungen, bei denen erst nach längerer Schulung genaue Einstellungen möglich sind wie bei allen photometrischen und polaristrobometrischen Messungen begnügen wir uns mit angenäherten Werten.

Dadurch, daß wir in anderen Fällen, z. B. bei der Ermittlung der spez. Gewichte, der spez. Wärme nach verschiedenen Methoden, uns mit einer geringeren Genauigkeit zufrieden geben, gewinnen wir Zeit, um den Studenten mit zahlreichen Größen frühzeitig durch eigene Messungen vertraut zu machen wie mit der Dielektrizitätskonstante, dem Polarisationswinkel usw. In stets wachsendem Maße legen wir bei der zunehmenden Bedeutung der physikalischen Chemie ein Gewicht auf die zu ihr gehörigen Fragen, wir lassen Neutralisationswärmen, Siedepunktserhöhungen usw. messen.

Mit den Messungen mit dem Goniometer verbinden wir Berechnungen der Achsenverhältnisse aus den Kristallwinkeln usf.; es bietet sich so Gelegenheit, die sphärische Trigonometrie wieder in den Gesichtskreis der Studierenden zu rücken. Weiter lassen wir einige Vermessungen mit dem Theodoliten anstellen, zu denen sonst bei uns auf der Universität keine Gelegenheit geboten ist.

Zusammen mit den physikalischen Übungen lassen wir auch einige chemische, dem Physiker häufiger vorkommende Prozesse ausführen, so Fällungen, Filtrationen,

Kristallisationen, Destillationen, Darstellung von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff usw. Dies ist natürlich nur ein Notbehelf, da für unsere Lehramtskandidaten keine ihren Bedürfnissen entsprechenden chemischen Praktika vorhanden sind. Ihre Bedürfnisse liegen hauptsächlich nach der präparativen und nicht nach der analytischen Seite. Bei den wenigen bei uns ausgeführten Übungen gibt sich indes Gelegenheit, auf manches andere chemisch Interessante hinzuweisen.

Im allgemeinen geben wir unseren Studenten auch einige Anleitung im Lötten, und vor allem im Glasblasen usf.¹⁾ Indes erhalten sie ihre beste Schulung in manueller Hinsicht bei der eigenen Arbeit. Auf eine Anfertigung ganzer Apparate wie einfacher Galvanometer usf. haben wir bisher verzichtet, da in den meisten Fällen die Resultate doch nur mangelhafte sind und die Sache, wie mir scheint, für die spätere Tätigkeit nicht die Bedeutung hat, die man ihr oft zuschreibt. Nur besonders geschickte Lehrer werden neben der Vorbereitung auf die Versuche und den Inhalt der Stunden Zeit finden können, sich selbst größere Apparate herzustellen.

Im Anschluß an das Anfängerpraktikum lassen wir eine Reihe von schwierigen Aufgaben aus verschiedenen Teilen der Physik ausführen, in der Wärmelehre werden z. B. Verbrennungswärmen bestimmt, in der Optik die optischen Achsenwinkel und die isochromatischen Kurven ausgemessen, eventl. auch eine spektrophotographische Aufnahme gemacht, in der Elektrizitätslehre werden nach verschiedenen Methoden Feldstärke, Kapazität, Selbstinduktion ermittelt und einige elektrotechnische Messungen ausgeführt.

Wir kommen nun zu der eigentlich wissenschaftlich-produktiven Tätigkeit. In Bayern ist bekanntlich die Lehramtsprüfung in zwei Teile zerlegt, von denen der erste nach dem 4., der zweite nach dem 8. Semester abgelegt wird. Für den zweiten Abschnitt muß eine wissenschaftliche Arbeit eingereicht werden, über deren Wert freilich vielfach gestritten wird. Er ist jedenfalls bei physikalischen und mathematischen Arbeiten wesentlich verschieden zu beurteilen, da bei der Experimentalphysik jedes Gebiet mit Gegenständen, die in der Schule behandelt werden, enge zusammenhängt und die Fertigkeit, mit Apparaten umzugehen, in allen Fällen von großem Nutzen ist. Dagegen liegen die meisten mathematischen wissenschaftlichen Probleme weit von denen der Schule ab.

Die physikalischen Aufgaben selbst kann man in zwei Gruppen teilen, solche, bei denen nach gegebenen Methoden Konstanten für verschiedene Substanzen bestimmt werden, und solche, bei denen die Methoden noch nicht vollkommen festgelegt sind.

Im ersteren Fall lernt der Student genau messen, die Fehlerquellen im Anschluß an seine Vorgänger vermeiden usf. und auch etwas, im eigentlichen Sinne des Wortes, experimentieren. Bei der zweiten Art von Aufgaben ist die experimentelle Schulung eine wesentlich größere, schon weil das Resultat nicht immer mit Sicherheit voraussehen ist. Der Student muß sich ganz anders in die Aufgabe vertiefen, sein physikalisches Denken wird geschult; auch ist er in erhöhtem Maße genötigt, die Literatur zu studieren. All dies tut der Student, soweit meine Erfahrungen reichen, mit großer Liebe.

Die wissenschaftliche und praktische Förderung ist durch solche Arbeiten eine weit größere als durch noch so viele Wiederholungen vorgelegter bereits gelöster

¹⁾ Bei den Studierenden, die sich mit Mathematik als Hauptfach befassen, legen wir gerade auf diese Übungen im Interesse der Schule besonderes Gewicht und haben dabei fast stets Gegenliebe gefunden.

Aufgaben und ein noch so eingehendes Buchstudium. Diese Arbeiten haben denselben hohen bildenden Wert wie unsere Dissertationen; gar manche sind als solche verwandt worden oder haben sich zu solchen erweitern lassen. In den Kauf wird man hier und da etwas geringere mathematische Kenntnisse nehmen müssen, vor allem wenn sich größere experimentelle Schwierigkeiten im Verlauf der Untersuchung einstellen. Ich halte das auch für kein so großes Unglück, da der Schulunterricht ja nicht die Kenntnisse bestimmter höherer mathematischer Gebiete erfordert, sondern nur eine gründliche mathematische Schulung. Unsere Prüfungsordnung trägt dem insofern Rechnung, als die Arbeit nebst einem sich auf dieselbe beziehenden Kolloquium dreifach gerechnet wird.

Auf eine Anregung der bayerischen Staatsregierung hin haben wir noch folgende Einrichtung getroffen: Unter den Lehramtskandidaten werden Themata verteilt, wie sie in der Schule zur Behandlung kommen, und zwar mathematische und physikalische, dabei übernehmen diejenigen, die sich speziell mit Physik befassen, oft mathematische Themata und umgekehrt. Den betreffenden Gegenstand hat dann der Kandidat in einer dem Fassungsvermögen und den Vorkenntnissen von Schülern entsprechenden Weise zu behandeln, eventl. unter Benutzung von einfachen Apparaten, wie sie das Anfängerpraktikum enthält. Der eine oder andere Vortragende fertigt sich solche auch wohl selbst an. Der Hauptwert dieser Vorträge liegt nicht darin, daß manche formale Ungeschicklichkeit in der Darstellung, in der Verwendung von Tafel und Kreide und im Experiment zur Sprache kommt, sondern daß zahlreiche Unklarheiten, ja grobe Irrtümer im Erfassen selbst der einfachsten Definitionen zutage treten und dabei erörtert werden; dabei üben auch die zuhörenden Studierenden eine besonders scharfe und heilsame Kritik. Die Leiter dieser Übungen erhalten durch sie eine Einsicht davon, wie vieles, dessen Kenntnis sie als selbstverständlich ansehen, zahlreichen jungen Leuten noch verschlossen ist. Eine entsprechende Beobachtung habe ich vielfach bei Absolutorien gemacht, wenn ich selbst prüfte und sah, wie erstaunt die Lehrer waren, wenn die Schüler ganz alltägliche Dinge nicht wußten. Man könnte diese Übungen, wenn Geldmittel zur Anlage einer besonderen Sammlung für dieselben vorhanden sind, noch wesentlich ausgestalten und zu förmlichen Kursen in Experimentalvorträgen entwickeln¹⁾. Es mag indes dahingestellt bleiben, ob und inwieweit dies noch Aufgabe der Universität ist, und ob nicht hierfür besser an den Seminaren für Lehramtskandidaten Zeit gewonnen werden könnte, etwa durch Fortfall von so manchem Formalen im Betrieb. Nötig wird es dann freilich, die Leiter der Übungen an den Seminaren öfters auf längere Zeit an die Hochschulen zu beurlauben, damit sie sich in eindringlicher Weise mit den Fortschritten auf experimentellem und, was sich dabei von selbst ergibt, auch theoretischem Gebiete vertraut machen.

Selbstverständlich müssen die Studierenden der Physik sich eingehend mit Mathematik beschäftigen. Sie sollen Differential- und Integralrechnung sowie analytische Geometrie hören und sich eifrig an Übungen beteiligen, bei denen hoffentlich in wachsendem Maße die Aufgaben der Physik und Technik entnommen werden; ferner sollen sie sich mit analytischer Mechanik, den Elementen der Funktionentheorie und Differentialgleichungen beschäftigen, mit letzteren vor allem in denjenigen Formen, die in der Physik zur Anwendung kommen. Eine Vorlesung über die Prinzipien der

¹⁾ Man vergleiche hierzu den Artikel von K. Schreber, Zum Unterricht in der Experimentalphysik auf den Universitäten im vorigen Heft der Zeitschr., S. 213.

Elementarmathematik, einschließlich der Anfänge der nicht Euklidischen Geometrie, wäre für sie sehr anregend. Für höchst wesentlich halte ich es, daß auch die Studierenden, von denen hier die Rede ist, die eine oder andere hohe mathematische Vorlesung hören und sorgfältig durcharbeiten, um zu lernen, wie schwierige mathematische Probleme streng behandelt werden.

Inwieweit noch, was sehr wünschenswert ist, Vorlesungen aus anderen Naturwissenschaften und anderen Fächern gehört werden können, wird nicht zum mindesten von den Anforderungen abhängen, welche von den Mathematikern in den Prüfungen gestellt werden.

Ein Studierender, der in der oben geschilderten Weise sich mit Physik und Mathematik beschäftigt und in der Prüfung entsprechende Kenntnisse aufweist, ist sicher befähigt, in allen Klassen der Mittelschulen mathematischen und physikalischen Unterricht zu erteilen. In vielen Fällen eignet er sich dazu sogar besser als ein anderer, dessen Hauptinteressen auf der mathematischen Seite liegen, da, wie schon angedeutet, sowohl in der experimentellen wie in der theoretischen Physik eine engere Beziehung zur Schule vorhanden ist. Dies gilt besonders dann, wenn die neuen so dankenswerten Bestrebungen Erfolg haben, die in der Mathematik mehr und mehr die Anschauung betont sehen wollen.

Für eine notwendige Ergänzung des Studiums halte ich es endlich, daß die Lehrer selbst nach Erledigung ihrer Studien mit der Hochschule in Berührung bleiben. Bei den schnellen Fortschritten der Wissenschaft und der Umgestaltung der Apparate kann der Einzelne sich nur schwer ohne Anregung auf dem laufenden halten. Hierzu dienen einmal die Ferienkurse. Wir haben aber daneben in Erlangen seit einer Reihe von Jahren noch Zusammenkünfte für die Lehrer aus unserer Universitätsstadt selbst und den näher gelegenen Orten eingerichtet, die sehr zahlreich auch von Bamberg, Ansbach und Altdorf aus besucht werden. Sie finden meist zweimal im Semester statt. Auf ihnen werden teils die neuen Erscheinungen auf wissenschaftlichem Gebiete vorgetragen, teils pädagogische Fragen erörtert.

Ob nicht die Ferienkurse selbst durch gewisse Änderungen in der Anordnung noch nutzbringender als bisher gestaltet werden könnten, wäre gelegentlich zu erwägen.

Demonstrationen zur Wellenlehre.

Von

Prof. E. Grimsehl, Hamburg.

In der diesjährigen Pflingstversammlung des „Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts“ in Erlangen führte ich eine Reihe von Demonstrationen zur Wellenlehre vor, deren Veröffentlichung ich an dieser Stelle auf den Wunsch mehrerer Teilnehmer der Versammlung hier vornehme, obgleich gewiß ähnliche Versuche schon von anderer Seite gemacht worden sind. Der Grund für die Veröffentlichung liegt darin, daß die Versuchsanordnung sehr bequem ist und zu sehr hübschen und lehrreichen Demonstrationen führt. Vor einigen Jahren sind schon von BAKER Vorlesungsversuche zur Wellenlehre veröffentlicht. Bei den BAKERSCHEN Versuchen wurde aber stets nur eine Einzelwelle erzeugt, während ich bei meinen Versuchen ein gleichmäßig andauerndes Wellensystem erzeuge, bei dem die einzelnen Erscheinungen in besonders klarer und deutlicher Weise zur Anschauung kommen.

Ich benutze zu den Versuchen ein großes, flaches Wasserbecken von annähernd 1×2 m Grundfläche und 10 cm Höhe, das bis zu einer Höhe von etwa 8 cm mit Wasser gefüllt ist. In Fig. 1 ist ein kleineres Wasserbecken, das zu denselben Versuchen dienen kann, abgebildet, um die Figur übersichtlich zu machen. Es ist aber empfehlenswert, die Versuche mit einem möglichst großen Wasserbecken anzustellen, damit die Reflexionen der Wellensysteme an den Gefäßwandungen möglichst wenig störend auftreten. Der Wellenerreger besteht aus einem Stück schweren U-Eisens, auf dessen Längsseiten zwei feste Flacheisenstäbe mittels dreier Schrauben festgeklemmt werden können. Unter die Flacheisenstäbe wird ein Stahlstab von

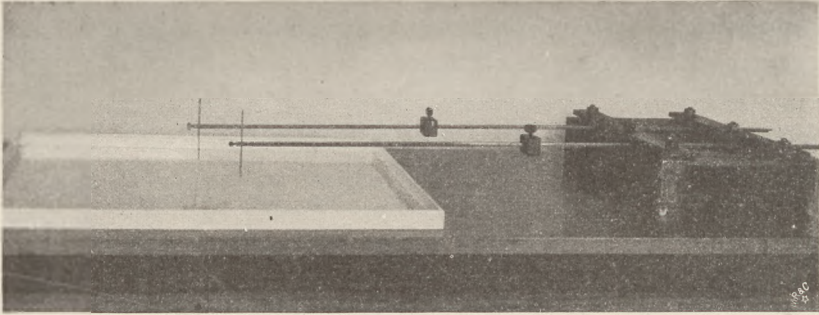


Fig. 1.

1 m Länge, $2\frac{1}{2}$ cm Breite und 1 cm Dicke mit dem einen Ende festgeklemmt, so daß das frei überragende Ende freie elastische Schwingungen ausführen kann. An dem äußersten Ende kann in einem Loche durch eine Flügelschraube ein Stift oder Blech oder sonst ein passend geformter Körper festgeklemmt werden. Außerdem ist auf dem Stahlstab ein schweres Laufgewicht verschiebbar, das sich durch eine Druckschraube an irgend einer Stelle des Stahlstabes festklemmen läßt. In Fig. 1 ist der Wellenerreger abgebildet. Es sind hier zwei Stahlstäbe gleicher Art eingeklemmt, die unabhängig voneinander in Schwingungen versetzt werden können. Für die meisten Versuche ist nur ein einzelner Stab nötig.

Wenn man den Stahlstab in Schwingungen versetzt, so schwingt auch der an dem Ende festgeklemmte, vertikale Stift auf und ab und taucht mit seinem unteren Ende in das in dem Becken befindliche Wasser ein. Hierdurch werden in regelmäßigen Zwischenräumen Wellen erregt, die ein konzentrisches Kreiswellensystem darstellen. Durch Verschiebung des Laufgewichtes kann man die Schwingungszahl des Wellenerregers, also auch die Wellenlänge der Wasserwellen innerhalb weiterer Grenzen regeln.

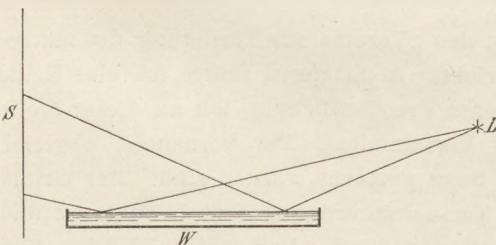


Fig. 2.

Die Wasserwellen sind nur bei aufmerksamer Beobachtung und bei günstiger Beleuchtung für einen großen, den Wasserkasten umstehenden Schülerkreis sichtbar. Wenn man aber nach Anordnung der Fig. 2 die Lichtstrahlen, die von einer punktförmigen Lichtquelle L herrühren, also z. B. die Lichtstrahlen der in Heft 3 d. *Zeitschr.* beschriebenen Lilliputbogenlampe, bei der aber keine Linse eingeschaltet ist, schräg auf die Wasseroberfläche W fallen läßt, so werden die Lichtstrahlen von der Wasseroberfläche reflektiert und fallen dann auf einen dahinter aufgestellten vertikalen

schirmen. Die Reflexionen der Wellensysteme an den Gefäßwandungen sind durch die Anordnung der Fig. 2 zu vermeiden. Die Wellenlänge der Wasserwellen innerhalb weiterer Grenzen regeln. Die Wasserwellen sind nur bei aufmerksamer Beobachtung und bei günstiger Beleuchtung für einen großen, den Wasserkasten umstehenden Schülerkreis sichtbar. Wenn man aber nach Anordnung der Fig. 2 die Lichtstrahlen, die von einer punktförmigen Lichtquelle L herrühren, also z. B. die Lichtstrahlen der in Heft 3 d. *Zeitschr.* beschriebenen Lilliputbogenlampe, bei der aber keine Linse eingeschaltet ist, schräg auf die Wasseroberfläche W fallen läßt, so werden die Lichtstrahlen von der Wasseroberfläche reflektiert und fallen dann auf einen dahinter aufgestellten vertikalen

Schirm S. Ein Wellental wirkt in gewisser Weise so wie ein Konkavspiegel; daher werden die von einem Wellental reflektierten Lichtstrahlen auf dem Schirm einen hellen Lichteindruck hervorbringen. Die Wellenberge wirken wie ein Konvexspiegel und die Helligkeit der von den Bergen reflektierten Lichtstrahlen ist geringer; es entsteht also dort eine relativ dunkle Zone. So kommt es, daß sich auf der Wand ein deutliches, hell und dunkel abgeschattiertes Bild von den Bewegungen der Wasseroberfläche abbildet. Dieses Bild ist naturgemäß perspektivisch verzerrt. Man kann die Verzerrung dadurch vermeiden, daß man den Schirm nicht vertikal, sondern horizontal anordnet (man kann auch die Lichtstrahlen auf die weiße Decke des Zimmers reflektieren lassen), oder auch dadurch, daß man die Lichtstrahlen nach der Reflexion von der Wasseroberfläche auf einen großen Spiegel fallen läßt, der unter 45° geneigt ist; dann bilden sich die Wasserwellen auf einer unterhalb des Wasserbeckens aufgehängten, vertikalen, weißen Wand ohne Verzerrung ab. Durch diese Modifikation verliert die ganze Anordnung aber wesentlich an Einfachheit und Übersichtlichkeit, weshalb ich die perspektivischen Verzerrungen mit in den Kauf nehme. In Wirklichkeit beobachten wir ja auch immer in der Natur die Wasserwellen schräg von oben, also in perspektivischer Verzerrung, so daß das bei dieser Versuchsanordnung erzeugte Bild der wirklichen Anschauung vollkommen entspricht.

Um nun die Klarheit der Demonstrationen vor Augen zu führen, habe ich eine Reihe von Wellendemonstrationen photographisch abgebildet. Einige Abdrücke davon sind diesem Aufsätze beigelegt. Die photographische Aufnahme der Wellendemonstrationen bot keine geringen Schwierigkeiten. Der Versuch, etwa bei der Aufnahme Magnesiumblitzlicht zu verwenden, scheiterte, da das von dem Blitzlicht ausgehende Licht diffus ist und kein klares Lichtbild auf dem Schirme erzeugt. Auch eine direkte Momentaufnahme der Wellen scheiterte, da man immer nur die Reflexe photographieren kann, diese aber wesentlich von der Lichtquelle abhängen. Benutzt man eine punktförmige Lichtquelle, so werden die Reflexe nur an einigen wenigen Punkten auf der photographischen Platte abgebildet. Benutzt man aber als Lichtquelle das diffuse Himmelslicht, so bekommt man überhaupt keine Kontraste. So habe ich denn an einem vollkommen windstillen und sonnenhellen Tage den Wasserkasten an ein freies Fenster des sonst verdunkelten Zimmers gestellt, die Sonnenstrahlen schräg auf das Wasser fallen lassen und das direkte Reflexbild auf dem weißen Schirm durch Momentaufnahme photographiert. Durch einen undurchsichtigen Schirm waren die direkten Sonnenstrahlen von dem weißen Schirm abgehalten.

Die Schwierigkeiten der Aufnahme sind darin begründet, daß der geringste Luftzug, der bei dem offenen Fenster ja sehr leicht eintritt, und auch die geringste Erschütterung des Erdbodens Kräuselwellen hervorrufen, die das ganze Bild verschleiern. Die günstigste Beleuchtung bekommt man natürlich nur bei einem ganz bestimmten Stande der Sonne, so daß man für die Aufnahme nur ganz besonders günstige Umstände verwenden kann. Ich glaube aber dennoch, daß die diesem Aufsätze beigelegten Bilder in genügender Weise die Schönheit der Demonstrationen illustrieren.

Ich habe von den photographischen Aufnahmen Diapositive hergestellt und kann nun während des Unterrichts jede einzelne Wellendemonstration durch die Vorführung des entsprechenden Diapositivs begleiten. Dieses Verfahren hat sich als außerordentlich praktisch bewährt. Auf dem Projektionsschirme werden unmittelbar nebeneinander das wirkliche bewegte Wellenbild und die photographische Aufnahme projiziert. Das bewegte Wellenbild bietet besonders im Anfange für die Schüler

nicht geringe Schwierigkeiten für die Beobachtung. Wenn aber das feste Bild unmittelbar daneben steht, so kann der die Vorführung ausführende Lehrer mit dem Finger auf die einzelnen Teile dieses Bildes hinweisen und die Schüler auf die Einzelheiten aufmerksam machen, die sie dann bei dem bewegten Bild beobachten sollen. Beide Projektionen ergänzen sich daher in willkommener Weise. Es ist dieses Verfahren vielleicht auch bei den Demonstrationen anderer Bewegungsvorgänge geeignet.

Fig. 3 zeigt das konzentrische Wellensystem, das an einer festen Wand reflektiert wird. Man erkennt, wie der Mittelpunkt des reflektierten Wellensystems ebenso weit hinter der ebenen Wand liegt wie der Mittelpunkt des primären Wellensystems vor derselben. (Die auf den Bildern auftretenden, schräg verlaufenden, dunklen Linien sind die Schattenbilder des schwingenden Stabes und seines Spiegelbildes.) Man erkennt auch schon, wie dort, wo ein Wellenberg des reflektierten Wellensystems mit dem des ursprünglichen zusammentrifft, ein höherer Wellenberg entsteht, wie überhaupt die beiden Wellensysteme sich unabhängig voneinander weiterbewegen.

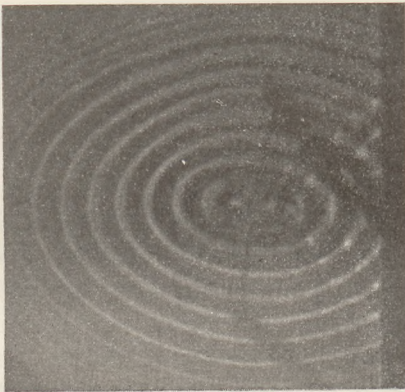


Fig. 3.

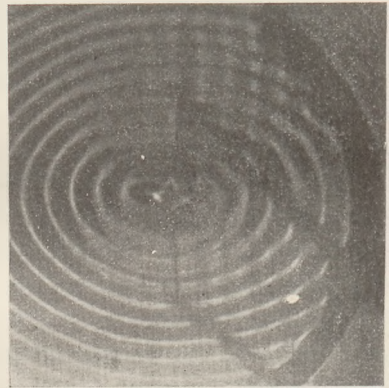


Fig. 4.

In Fig. 4 ist ein kreisförmiges, konzentrisches Wellensystem im Brennpunkte eines Hohlspiegels erzeugt. Der Hohlspiegel besteht aus einem kreisförmig gebogenen Stück Blech, das, auf dem Boden der Wanne stehend, mit seinem oberen Rande über die Wasseroberfläche hinausragt. Man erkennt, wie die sich ausbreitenden kreisförmigen Wellen von dem Hohlspiegel als parallele, geradlinige Wellen reflektiert werden. Es ist auch leicht einzusehen, warum die Reflexion so erfolgt, weil nämlich immer der den mittleren Teil des Hohlspiegels treffende Teil der Kreiswelle dort früher ankommt als die übrigen Teile, also auch früher reflektiert wird, so daß durch diese Voreilung der in der Mitte des Spiegels reflektierten Welle der Grund für die Geradlinigkeit der reflektierten Welle liegt.

In Fig. 5 treffen denselben Hohlspiegel parallele, geradlinige Wellen, die als kreisförmige Wellen so reflektiert werden, daß sie ihren Mittelpunkt im Brennpunkte des Hohlspiegels haben. Der Brennpunkt kommt hierbei als besonders heller Fleck in der Abbildung gut zum Ausdruck.

Die parallelen, geradlinigen Wellen werden dadurch erzeugt, daß in das Loch am Ende des schwingenden Stahlstabes ein langes, schmales Blech mittels eines daran befestigten Stiftes eingeklemmt wird. Das schmale Blech taucht periodisch auf und ab und erzeugt die geradlinigen, parallelen Wellen. Daß natürlich auch die Reflexion

am Hohlspiegel für den Fall, daß der Mittelpunkt der kreisförmigen Welle nicht mit dem Brennpunkte zusammenfällt, dargestellt wird, wobei der Mittelpunkt des reflektierten Systems je nach der Lage des Erregungszentrums außerhalb oder innerhalb der Brennweite entweder vor oder hinter den Hohlspiegel zu liegen kommt, wobei also die Entstehung der reellen und virtuellen Bilder veranschaulicht wird, versteht sich von selbst, doch ist auf eine Reproduktion der betr. Bilder hier Verzicht geleistet. Desgleichen ist die Reflexion an Konvexlinsen nicht mit abgebildet.

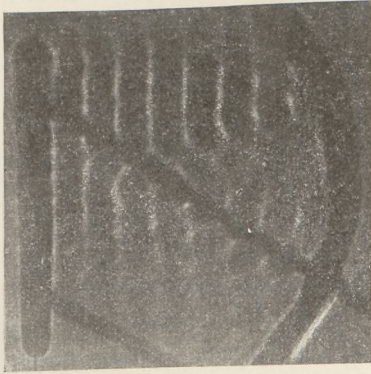


Fig. 5.



Fig. 6.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint mir das Bild Fig. 6. Hier sind zwei kohärente, d. h. in Schwingungszahl und -Phase übereinstimmende, konzentrische Wellensysteme erzeugt. Das ist dadurch geschehen, daß in das Ende des schwingenden Stahlstabes ein gabelförmig gestalteter Draht eingeklemmt ist, dessen beide Spitzen gleichzeitig in das Wasser eintauchen. Die Abbildung zeigt mit hinreichender Deutlichkeit die Interferenzfiguren. Ich mache auf die drei Paare von Hyperbeln noch besonders aufmerksam. Der Versuch ist für die Einführung in die Lehre der Interferenz des Lichtes geeignet. Man macht einen ähnlichen Versuch wohl mit einer schwingenden Stimmgabel, an deren beiden Zinken Nadelspitzen mit Klebwachs befestigt sind, die in Quecksilber eintauchen. Die dann auftretenden Wellen sind Kapillarwellen von sehr geringer Wellenlänge. Mir scheint die Demonstration mit den Wasserwellen für die Zwecke des Unterrichts geeigneter zu sein.

Statt daß man einen gabelförmigen Draht an einem schwingenden Stahlstabe befestigt, kann man auch die beiden in Fig. 1 abgebildeten Stahlstäbe mit je einem Stift versehen und zur Demonstration zweier Wellensysteme benutzen. Das ist dann nötig, wenn man die Interferenz zweier Wellensysteme zeigen will, deren Schwingungszahl und Wellenlänge nicht genau übereinstimmen. Es bleibt nämlich dann die durch Interferenz der Wellensysteme entstehende Hyperbel nicht an derselben Stelle stehen, sondern sie erweitert sich um das eine Wellenzentrum und bewegt sich nach dem anderen Wellenzentrum zu, wo sie wieder zu verschwinden scheint. Wir erhalten also wandernde Hyperbeln. Dieser Versuch dient zur Erläuterung der Schwebungen zweier nur wenig voneinander verschieden hoher Töne. So wie die Interferenzhyperbeln bei den Wasserwellen wandern, wandern auch die Interferenzhyperbeln zweier nur wenig voneinander verschiedener Schallwellensysteme, die von zwei benachbarten Punkten, z. B. von zwei nebeneinander aufgestellten Stimmgabeln, ausgehen. Ein im Raume ruhendes Ohr kommt so allmählich und abwechselnd in das Gebiet maximaler und minimaler Erregung; es hört daher das periodische An- und Abswellen der Töne, also die Schwebungen.

Man kann auch die Interferenz eines kreisförmigen Wellensystemes mit seinem Spiegelbilde an einer ebenen Wand demonstrieren. Schon in Fig. 3 sieht man den Beginn der Interferenz. Rückt man mit dem Erregungspunkte dichter an die Wand heran, so bilden sich auch hier sehr schöne stehende Hyperbeln aus.

Fig. 7 zeigt die Fundamentalerscheinung der Beugung einer Welle durch die Öffnung in einer Wand. Das durch das vertikal schwingende Blech hervorgerufene

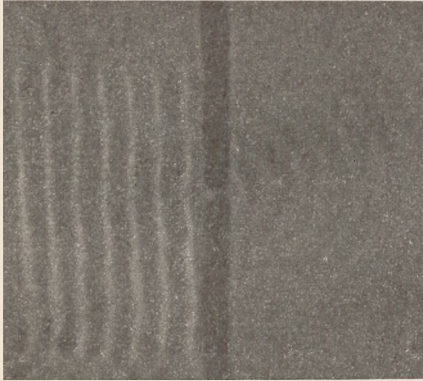


Fig. 7.

System paralleler, geradliniger Wellen trifft auf die Öffnung in einer festen Wand. Die mit der Öffnung versehene feste Wand besteht aus zwei auf schwerem Fuße in der Wasserwanne stehenden vertikalen Blechen, die bis auf einen passenden Zwischenraum einander genähert sind. Die Figur zeigt zur Genüge, wie die Öffnung in der Wand der Mittelpunkt eines kreisförmigen Wellensystemes wird.

Fig. 8 bildet eine Ergänzung dieses Versuchs. Zwei kurze, vertikal stehende Bleche sind nebeneinander mit einem Zwischenraum aufgestellt. Man sieht gleichzeitig die durch die Öffnung und um die Kanten gebeugten

Wellen, die wieder zu hübschen Interferenzfiguren Veranlassung geben.

In Fig. 9 ist als Wellenerreger in das äußerste Ende des schwingenden Stahlstabes ein Blech, dessen unteres Ende mit 6 Zinken versehen ist, ähnlich wie die Zinken eines Rechens, eingespannt. Es liegen also dicht nebeneinander 6 Mittelpunkte von sich kreisförmig ausbreitenden Wellensystemen. Das Resultat der Interferenz ist

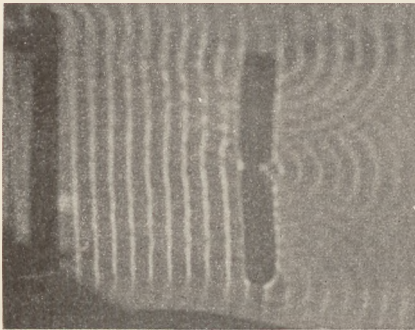


Fig. 8.

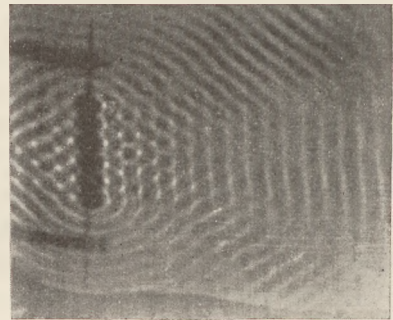


Fig. 9.

die Ausbildung dreier geradliniger, paralleler Wellenstrahlen. Dieses Bild veranschaulicht die Wirkungsweise eines Beugungsgitters. Der mittlere parallele Wellenstrahl entspricht bei dem optischen Versuche dem direkten Bilde des Beleuchtungspaltes. Die beiden seitlichen Wellenstrahlen entsprechen dem ersten seitlichen Maximum, d. h., optisch ausgedrückt, den beiden ersten seitlichen Spektren des Beugungsgitters. Das Zustandekommen dieser drei getrennten Wellenstrahlen scheint mir in unterrichtlicher Beziehung von großer Bedeutung zu sein, da hier objektiv und klar zum Ausdruck kommt, wie zwischen diesen ausgebildeten Wellenstrahlen Gebiete größter Ruhe entstehen, die daher rühren, daß an diesen Stellen die von den einzelnen Wellenzentren ausgehenden Wellen mit ungleicher Schwingungsphase zusammentreffen und sich gegenseitig vernichten.

Das letzte Bild, Fig. 10, zeigt uns die Brechung der Wellen, die dadurch zustande kommt, daß parallele Wellenstrahlen, die von dem schwingenden Blech ausgehen, von einer bestimmten Stelle der Wasserwanne an eine gewisse Verzögerung erfahren. Das ist dadurch erreicht, daß in die Wanne eine große Glasplatte gelegt wurde, über der der Wasserspiegel etwa noch eine Höhe von 1 mm hat. Durch die verstärkte Bodenreibung findet eine Verzögerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit statt. Man erkennt die Brechung der Welle; die beiden in die Figur hineingezeichneten geraden Linien geben die Fortpflanzungsrichtung der von oben auftreffenden und nach unten weitergehenden gebrochenen Welle an.

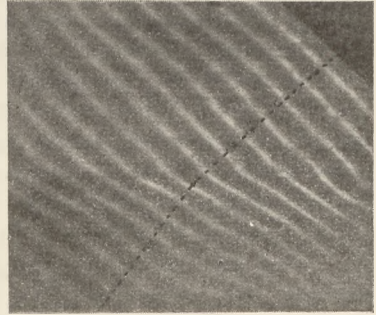


Fig. 10.

Verwendet man eine ebene Glasplatte in derselben Weise wie bei dem vorhergehenden Versuch, doch mit dem Unterschiede, daß sie an der vorderen Kante kreisförmig ausgeschnitten ist, so kann man die Brechung der Wellenstrahlen in einer Konvex- oder einer Konkavlinse eben so schön veranschaulichen, doch muß ich auf eine Reproduktion der entsprechenden Bilder verzichten.

Ich schließe mit dem Wunsche, daß die beschriebenen Demonstrationen Nachahmung finden, denn ich bin überzeugt, daß sie dort, wo sie einmal gemacht sind, zum dauernden Bestande der Unterrichtsversuche gerechnet werden. Der zur Herstellung der Wellen erforderliche Apparat und die Demonstrationen selbst sind so einfach, daß kein übergroßes Maß von Geschicklichkeit zur Hervorbringung der schönen Demonstrationen erforderlich ist.

Der Apparat kann von jedem Schlosser hergestellt werden. Er wird aber auch von der Firma H. Krüß, Hamburg, und E. Leybolds Nachfl., Cöln, nach meinen Angaben hergestellt und in den Handel gebracht. Desgleichen sind von diesen Firmen die Diapositive meiner Wellenaufnahmen zu beziehen.

Paul Drude †.

Einer unserer Besten ist von uns gegangen, Professor Dr. PAUL DRUDE, geb. 1863 als Sohn eines Arztes in Braunschweig, wo noch heute die beklagenswerte, betagte Mutter lebt. In seiner Vaterstadt hat denn auch der Verewigte auf dem damals einzigen Gymnasium seine Schulbildung erhalten. Begabt, wie er war, hat er schon als Schüler, angeregt durch die naturwissenschaftlichen Studien seines älteren Bruders, jetzigen Hofrats und Direktors des Botanischen Gartens in Dresden, sich privatim mit den Naturwissenschaften, besonders Physik und Kristallographie, beschäftigt. Aus den einfachsten Mitteln selbstgebaute und nichtsdestoweniger leistungsfähige Apparate dienten ihm zur Messung von Kristallwinkeln und zur Beobachtung optischer Kristalleigenschaften. An Hunderten von Kristallen hat schon der Schüler die Flächen richtig bestimmt und sie auf den Etiketten seiner Sammlung verzeichnet. Die eigenartigen Verhältnisse an seinem Gymnasium, von denen er mit so viel Humor zu erzählen wußte, kamen ihm bei seinen Liebhabereien zustatten, und der freundlichen Förderung seines damaligen Mathematik- und Physiklehrers Dr. SCHLIE hat er stets ein dankbar anerkennendes Andenken bewahrt.

Seine Fachstudien begann er in Göttingen, ein körperlich und geistig gleich hervorragend leistungsfähiger Mensch. Mit Leichtigkeit überwand er die Schwierigkeiten der

Mathematik, deren Studium er sich zuerst zu widmen gedachte. Nach einem Semester in Freiburg, das ihn einerseits in das Kolleg seines späteren Berliner Vorgängers E. WARBURG führte und ihn andererseits in innige Berührung mit den von ihm so geliebten Bergen brachte, studierte er in Berlin und wurde hier besonders von KRONECKER in die mathematischen Wissenschaften eingeführt. In seinem sechsten Semester kehrte er nach Göttingen zurück, zunächst in der Absicht, in der Mathematik zu promovieren. Doch die Vorlesungen von W. VOIGT fesselten ihn so, daß er sich von nun an der theoretischen Physik zuwandte. Nach ganz kurzer Zeit wurde er VOIGTS Assistent und promovierte mit einer Arbeit aus dem Gebiete der theoretischen Kristalloptik. In seiner Stellung als Assistent am Göttinger physikalischen Institut blieb DRUDE auch nach seiner 1890 erfolgten Habilitation. Seine erste Berufung führte ihn als theoretischen Physiker nach Leipzig. Darauf wurde er Direktor des physikalischen Instituts in Gießen. Im vorigen Sommer endlich wurde er Nachfolger des Geheimrats WARBURG als Direktor des physikalischen Instituts in Berlin.

Die wissenschaftliche Tätigkeit des Verstorbenen wird ja an anderer Stelle gewürdigt werden. Hier seien nur seine beiden umfangreichsten Werke genannt: Die Physik des Äthers auf elektromagnetischer Grundlage, als Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und ferner das Lehrbuch der Optik. Eine große Anzahl von Spezialabhandlungen sind in physikalischen Sammelwerken und Zeitschriften zerstreut. Nach dem Tode WIEDEMANN'S im Jahre 1899 hat DRUDE die Redaktion der Annalen für Physik und Chemie übernommen, eine gewaltige Arbeit für einen Mann, der schon mit dienstlichen und außerdienstlichen Funktionen mehr als reichlich belastet war.

Seine Hauptbedeutung aber hatte DRUDE als begeisternder Lehrer, als der er sich sowohl auf dem Gebiete der theoretischen wie der experimentierenden Physik glänzend bewährt hat, ein hervorragender Schüler VOIGTS, ein würdiger Nachfolger KUNDT'S, des auch allzufrüh verschiedenen.

Fügt man nun noch hinzu die durch die große Zahl der Examinanden, nicht nur der Fachphysiker und Mathematiker, sondern auch der Mediziner und Pharmazeuten bedingte Arbeit, so kann man sich einen Begriff machen von der Arbeitslast, die auf den Schultern des Verblichenen ruhte.

Nicht mehr zu überwindende Schlaflosigkeit und deren Folgen, die er durch körperliche Strapazen, mit Vorliebe durch anstrengende Gebirgstouren, vergeblich niederzuzwingen trachtete, haben diesen kräftigen Körper erschüttert und den Lebensmut des heiteren, von Gesundheit strotzenden Mannes untergraben.

Vom Glück in jeder Beziehung begünstigt, schien sein Los beneidenswert. Wie reich die äußeren Erfolge, wie freundlich sein Familienleben. Eine körperlich und geistig ebenbürtige Lebensgefährtin, die ihm vier gesunde, fröhliche Kinder geschenkt hat, suchte ihm nach Kräften die auf ihm ruhenden Lasten tragen zu helfen und seine Häuslichkeit angenehm und allen seinen ihm abgelauchten Wünschen gemäß zu gestalten. Welche seelischen Kämpfe mag der Ärmste durchlebt haben, bis der fürchterliche Entschluß am Nachmittag des 5. Juli ein Ende machte.

Ein ganz besonders reges Interesse hat er stets für die Physiker an den höheren Schulen bewiesen. Vor einem halben Jahre etwa hat er privatim ausführlich seine Ansichten ausgesprochen über das Verhältnis des akademischen Professors zu den Lehrern an den höheren Schulen. Unter allen Umständen müsse der Nachwuchs der Lehrerwelt an der Universität nicht nur gebildet, sondern auch von Hochschullehrern geprüft werden, nur so könne für die akademischen Lehrer und die wissenschaftlichen Forscher ein brauchbarer, tüchtiger Nachwuchs herangebildet werden. Der Bildung aber unseres Volkes würde dadurch gleichzeitig ein Niveau gesichert, das von dem Auslande trotz seiner gewaltigen, nicht zu verkennenden Anstrengungen so leicht nicht erreicht werden könne. Auch volkswirtschaftlich sei dies von größter Bedeutung. Nur eine gute physikalisch mathematische Grundlage der Allgemeinbildung könne unsere technischen und industriellen, medizinischen und militärischen, kaufmännischen und landwirtschaftlichen Errungenschaften dauernd dem

Auslande gegenüber sichern. Praktisch hat DRUDE die Erkenntnis von der Wichtigkeit eines nicht rückständigen Lehrstandes für die von ihm vertretene Wissenschaft betätigt in Ferienkursen, die er in Gießen mit einrichtete und durch sein persönliches Eintreten fruchtbar machen half. Er verschmähte es auch nicht, gelegentlich einmal ein Schullaboratorium anzusehen, und was für eine Belohnung war es, wenn er sagte: „Das will ich mir für meine Vorlesung, für mein Praktikum merken“, er, der so gewohnt war, nur der Gebende zu sein. Keine Überhebung, kein Gelehrtenstolz; schlicht und einfach in Wort und Lebensweise war er ein Ideal von einem deutschen Manne; ein Jammer für Wissenschaft und Vaterland, daß er das Leben nicht mehr tragen konnte.

Friede seiner Asche.

Prof. Bühring in Wernigerode a. H.

Akustische Versuche.

Von

Prof. H. Rebenstorff in Dresden.

1. Die fast ungeschwächte Fortleitung des Schalles in Röhren demonstriert man mit langen gezogenen Messingrohren von 4 m Länge und 1–2 cm Durchmesser. Zunächst kann man eins der Rohre zu einzelnen Schülern hinüberreichen und die Klasse beobachten lassen, daß selbst das leiseste Geflüster, das dem Nachbar unhörbar bleibt, verständlich übertragen wird. Die Stimme nimmt dabei die Klangfarbe metallener Instrumente an. Diese Klangfarbe blieb auch erhalten, als einmal eine große Anzahl Hände die Röhre von der Seite umfaßten. Die Übertragungsweite kann man bequem vergrößern, indem man mehrere Röhren aneinander halten läßt; noch bei 1 cm Luftabstand der Rohrstücke wird der Schall ziemlich ungeschwächt hindurchgeleitet, bei 2 cm Abstand der 2 cm weiten Röhren jedoch hört man nur noch wenig.

2. Man könnte denken, die gute Schalleitung in Röhren wäre objektiv demonstrierbar, indem man den Ton einer Stimmgabel durch eine lange Röhre leitet und an deren anderes Ende eine abgestimmte Luftsäule bringt, die durch Mittönen den Schall verstärkt. Dies gelingt indessen nur sehr unvollkommen. Wenn man die Länge der Messingröhre durch Überschieben etwa einer Glasröhre reguliert, so tönt sie selbst schwach mit. Wird alsdann eine Flasche, die den Gabelton laut verstärkt, an das andere Ende des Rohres gehalten, so hört man freilich den Ton etwas lauter als durch die mittönende lange Röhre allein. Sehr gering ist jedoch die Verstärkung, wenn man an Stelle der Flasche eine abgestimmte Luftsäule in einem weiten Zylinder heranbringt. Bei dieser Anordnung, wobei die Gabel von der Öffnung der abgestimmten Luftsäule weit entfernt ist, fehlt es an der genügenden Rückwirkung der Luftsäule auf die Gabel, durch die der letzteren größere Mengen von Schwingungsenergie entzogen werden.

3. Ziemlich laut ist hingegen das Mittönen einer Flasche vor der Membran eines lautsprechenden Telephons, wenn man dessen Schalltrichter abgeschraubt hat und das angeschlossene Mikrophon durch die den Flaschenton gebende Gabel erregt. Bemerkenswerter sind einige andere akustische Versuche mit diesen elektrischen Apparaten. Es sei zunächst das Folgende vorausgeschickt. Bekanntlich sind ein lautsprechendes Telephon und ein hochempfindliches Mikrophon die Quelle lauter Membrantöne, wenn nach Herstellung der Verbindungen die beiden Schallöffnungen gegeneinander gerichtet werden. Unter Einschaltung eines veränderlichen Widerstandes bringt man 6–8 Volt an den Kohlekontaktklemmen des Mikrophons an und schaltet so viel Widerstand aus, bis die gewissermaßen mit Mund und Ohr genäherten Apparate laut zu singen beginnen. Das erste Tönen stellt sich vielfach nicht sogleich ein; die bekannten Rasseltöne des Telephons leiten es häufig ein; Klopfen und Ansingen regen zum Tönen an. Ist einmal durch das Tönen der veränderliche Widerstand des Kontaktes geringer geworden, so halten die Apparate den Ton ziemlich fest.

J. CHABOT (*Phys. Zeitschr.* V 89) betrachtet die beiden zusammenwirkenden elektrischen Apparate als einen elektromagnetischen Selbstunterbrecher im weiteren Sinne, bei dessen Tätigkeit als Bedingung eine Phasendifferenz der Schwingungen in den beiden Teilen bestehen muß. Nach diesem Autor müßten stets zur Sicherung der Wechselwirkung Telephon und Mikrophon ziemlich nahe gebracht werden, so daß der akustische Phasenunterschied unbedeutend würde. Derselbe müßte also im wesentlichen elektromagnetisch am Leiter-systeme von Tele- und Mikrophon bewirkt werden. Schon wenn man nur das Telephon mit dem Schalltrichter versieht, zeigt sich indessen, daß die akustische Phasendifferenz sich sehr wohl vergrößern läßt, da man dann die beiden Apparate ohne Aufhören des Tönens verschiedene dm weit voneinander entfernen kann. In noch viel größerem Abstände wirken ferner beide Apparate zusammen, wenn man eine Rohrverbindung zwischen ihren Schallöffnungen herstellt. Am einfachsten werden die beiden Kästen an Gestellen aufgehängt, die aus einem senkrechten und einem wagerechten Brette bestehen und an den Enden des Tisches aufgestellt werden. Das Rohr wird vor dem Drahtnetze der Mikrophonöffnung durch eine Stativklemme festgehalten. Das andere Rohrende wird entweder in gleicher Weise vor dem Telephon angebracht, oder man schiebt einfach das Telephon mit seinem Schalltrichter über das Rohrende. Sobald das Tönen einmal begonnen hat, zeigt man, wie ein Schließen und Öffnen des Rohres für die akustische Übertragung den Ton ebenso verstummen und wiederentstehen läßt, wie wenn dies an der elektrischen Drahtverbindung vorgenommen wird. Die Hinderung der Seitenausbreitung des Schalles wird jedenfalls in dieser Weise wirksam demonstriert. J. CHABOT (a. a. O.) weist darauf hin, daß die beiden Apparate beim Anbringen der Membranen in den Brennpunkten elliptischer Gewölbe zum Tönen kommen würden.

Die Phasendifferenz der Schwingungen in den Apparaten muß bei der Entstehung des Tones offenbar derart sein, daß jede vom Telephon ausgehende Wellenphase im Mikrophon solche Änderungen bewirkt, daß dadurch die Telephonmembranschwingungen verstärkt werden. Verändert man den Abstand, so tritt bei bestimmten Größen desselben ein Aufhören des bisherigen Tönens ein. Entweder hört dann die akustische Wirkung überhaupt auf, oder der Ton schlägt in einen anderen um. Bei Wiederholung der Versuche erfolgt diese Wirkung wieder, sobald die gleiche kritische Größe des Abstandes überschritten wird, vorausgesetzt, daß der Körnerkontakt des Mikrophons sich nicht wie z. B. infolge Schüttelns verändert hat. Es sind offenbar Eigentöne, die durch das Zusammenwirken der Teile zur Ausbildung gelangen. Bei jedem Luftabstande sind aber mehrere solcher Töne möglich, ähnlich wie bei den Platten der Chladnischen Figuren; es folgt dies aus den noch zu beschreibenden Versuchen. Die Höhenlage dieser Töne wird aber nicht allein von den Elastizitätsverhältnissen der Telephonmembran bestimmt; auch die anschließenden Lufträume beteiligen sich daran, indem sie wie bei manchen anderen Versuchen mit der elastischen Membran zusammenschwingen. Die in den Höhenlagen der Töne von am Rande gestrichenen Weingläsern liegenden Töne, die beim Fortlassen des Schalltrichters entstehen, werden bis etwa zur Höhenlage der menschlichen Stimme vertieft, wenn der Schalltrichter aufgeschraubt wird. Eine gleiche Änderung würde wohl erzielbar sein, wenn die Rückwand des Telephonkastens mit verstellbaren Ansätzen ausgerüstet würde.

Besonders bei diesen tieferen Tönen vergeht eine gewisse Zeit, manchmal eine Anzahl von Sekunden, während der Ton an Stärke zunimmt. Die geringen Anfänge, aus denen heraus das Anschwellen erfolgt, können, wie schon erwähnt, durch Klopfen und An-singen dargeboten werden; bei spontaner Tonbildung leitet wohl meistens das prickelnde Geräusch den Ton ein, das durch Dilatationen im Körnerkontakt infolge der nicht unbedeutenden Joulewärme daselbst veranlaßt wird. Es sei noch erwähnt, daß man bequem das Umschlagen der Tonhöhen beobachten kann, wenn man über das Verbindungsrohr eine etwas weitere Röhre schiebt und diese, die in den Telephontrichter hineinragt, mit dem Telephon zusammen mittels des fahrbaren Tisches hin und her bewegt.

Das Anschwellen des Tones erfolgt wie bei der singenden Flamme; die anfänglich äußerst schwache Welle löst einen Vorgang aus, der die nächstfolgende verstärkt (Dynamo-

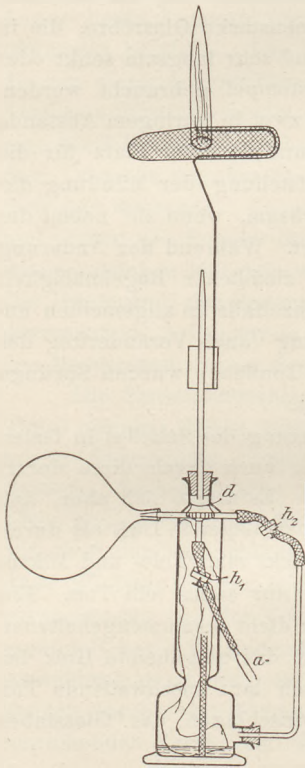
prinzip). Wird ein Anteil der Schwingungsenergie in einer Röhre aufgenommen und zu einer Zeit wieder zurückgeworfen, wo die entgegengesetzte Phase vor der Mündung der Röhre besteht, so kann der Ton nicht mehr anschwellen, sondern er muß leiser werden bzw. verstummen und gestatten, daß ein anderer Ton sich ausbildet. Wie bei der singenden Flamme kann man auch hier „Tonlöschröhren“ wirken lassen (vgl. *ds. Zeitschr.* XV 274). Während dort jedoch eine abgestimmte Röhre schon den Ton verstummen läßt, die nur $\frac{1}{200}$ des Querschnittes der Klangröhre hat, ist bei der Mikro-Telephontenquelle nur der Einfluß weiterer Röhren bemerkbar, die einen größeren Teil der Schwingungsenergie aufnehmen und mit der entgegengesetzten Phase des Hauptteiles der Schwingung interferieren lassen. Eine Tonlöschröhre kann man sowohl vor der Mikrofonmembran, als vor dem Telephon wirken lassen. Am einfachsten benutzt man eine daumenstarke Glasröhre, die in Wasser in einem Zylinder eintaucht, den man mit der andern Hand sehr langsam senkt oder anhebt. Ferner kann eine Röhre mit leicht verschiebbarem Stempel gebraucht werden. Ohne lange Verbindungsröhre stellt man die beiden Apparate auf zwei in geringem Abstände befindliche Tische einander dicht gegenüber, um dazwischen und darunter Platz für die Tonlöschröhre zu haben. Ein Verbindungsrohr wird für die Aufstellung der Mündung der Tonlöschröhre etwas zur Seite gerückt. Die Röhre ist auch wirksam, wenn sie neben der Verbindungsröhre in den Schalltrichter des Telephons hineinragt. Während der Änderung der tonlöschenden Luftsäule schwankt der Ton meistens mit ziemlicher Regelmäßigkeit zwischen zwei Tonhöhen hin und her, deren Intervall in jedem Einzelfalle im allgemeinen unverändert bleibt; je nach den Umständen der Apparatanordnung (auch Veränderung des Widerstandes im primären Mikrofonkreise beeinflusst sofort die Tonhöhe) wurden Sprünge der Tonhöhen um Sekunden bis Quinten und darüber beobachtet.

In Anbetracht der in andern Fällen so wirksamen Fortpflanzung des Schalles in festen Körpern sollte man erwarten, daß man Mikrofon und Telephon auch durch diese derart akustisch verbinden könnte, daß sie zu einer Tonquelle würden. Es zeigte sich aber, daß die Schwingungen der Membranen viel besser durch die dazwischen liegende Luft als durch zwischen die Apparate gestemmte Stäbe übertragen werden. Drückt man Tele- und Mikrofon mit abgewendeten Schallöffnungen aneinander, so entsteht nur selten ein Ton. Ein Glasstab von $\frac{1}{2}$ m Länge rief den hohen Ton der ohne Schalltrichter dicht zusammengehaltenen Apparate hervor, wenn man ihn nahe den Schallöffnungen gegen das umgebende Holz der beiden Instrumente beiderseits andrückte. Dieser anfangs ziemlich laut anschwellende Ton hörte meistens etwa 5 Sekunden nach dem beiderseitigen Anschlagen des Glasstabes wieder auf.

J. CHABOT (a. a. O.) entwickelt aus dem Mikrofon und dem Telephon, als Tonquelle angeordnet, ein Prinzip zur Konstruktion eines automatischen Fernanzeigers schlagender Wetter oder sonstiger Gase. Die Praxis dürfte indessen ergeben, daß erst bei recht bedeutendem Gasgehalt der Luft zwischen den beiden Apparaten eine Änderung in der akustischen Wirkung auftritt. Die Töne dieser Tonquelle sind recht stabil, und noch stabiler ist meistens ihr zeitweiliges Stummbleiben. Hingegen läßt sich ein Apparat sicher wirkend mit gleichem Anzeigevermögen mittels einer singenden Flamme einrichten, in deren Klangrohr eine lange Tonlöschröhre hineinragt, in die am andern Ende das verdächtige Gas gelangen kann. Das Ertönen der Flamme, das schon bei einer ganz geringen Änderung der Schallgeschwindigkeit in der Tonlöschröhre seinen Anfang nimmt, kann in einfachster Weise mikrophonisch übertragen werden. Ich habe diesen Gedanken schon vor Jahren in einem Vortrage über die Tonlöschröhren vor der *Naturw. Ges. Isis* zu Dresden mitgeteilt.

4. Bei Demonstrationen akustischer Erscheinungen kann auch bisweilen die tonempfindliche Flamme verwendet werden. Bisher sind meines Wissens jedoch nur Anordnungen für die Entstehung dieses höchst interessanten akustischen Indikators bekannt, durch die die Flamme wenig leicht transportabel ist, da man entweder einen langen Gasschlauch oder zwei zum Gasometer verbundene große Flaschen mit Bodentubus mitbewegen muß. Recht handlich und überall aufstellbar ist der im folgenden beschriebene kleine Apparat zur Gewinnung

einer Flamme von höchster Empfindlichkeit. Ein etwa 15 cm hoher Trockenturm (s. Figur) wird mit einem baumwollenen Docht versehen, neben dem im unteren Teile ein enger Zylinder aus Drahtnetz (durch Aufwickeln auf einen Glasstab herzustellen) die Verengung durchsetzt, um Flüssigkeitsverschlüsse zu verhüten. In dem Korke auf der oberen Öffnung des Trockenturmes sitzt eine spitz ausgezogene Glasröhre, die in halber Höhe einen Kork mit einem Aluminiumdraht trägt, der etwa 6 cm oberhalb des spitzen Rohrendes zu einem wagerechten Hufeisen gebogen ist. Auf letzterem ist ein doppelt so großes Stück nicht zu feinstmaschiges Drahtnetz durch Zurückbiegen des Randes befestigt. Strömt nun an dem mit einer Mischung gleicher Teile Äther und Benzol durchtränkten Dochte ein Luftstrom vorbei, so kann der aus der Spitze dringende Strom karburierter Luft bekanntlich entzündet werden und liefert von einer gewissen, ziemlich geringen Geschwindigkeit des Strömens an eine frei in der Luft schwebende tonempfindliche Flamme.



Dieselbe wird stabiler durch Aufstellen des Drahtnetzes, jenseits dessen man die Flamme entzündet. Außer der vorhin angedeuteten gasometrischen Vorrichtung zur Gewinnung des Luftstromes habe ich früher das Wasserstrahlgebläse benutzt, dessen Erschütterungen der Gebläseluft wohl durch den weichen Inhalt des Trockenturmes derart absorbiert wurden, daß die Flamme genügend empfindlich für von außen kommende Töne gemacht werden konnte. Ein einfaches und kompensiöses Gebläse erhält man nun mittels eines gewöhnlichen Gummiballons, der auf einem Schenkel eines am Trockenturm mit Draht befestigten T-Rohres sitzt, nachdem man ihn durch den zweiten Schenkel bei *a* aufgebläht hat und nach Abschluß des letzteren mittels Quetschhahnes *h*₁ den am dritten Schenkel befindlichen Schlauch, der in den Trockenturm führt, öffnet. Dieser zweite Quetschhahn *h*₂ wird vorsichtig so weit geöffnet, daß oberhalb des Drahtnetzes eine schmale Flamme entsteht. Von einer gewissen Größe an (etwa 5 cm) ist diese Flamme tonempfindlich. Schraubt man so weit auf, daß die Flamme sich an einer Stelle etwas vom Drahtnetze ablöst, so ist die Empfindlichkeit ganz erstaunlich und von der überraschendsten Wirkung. Zahlreiche Versuche sind damit an Stellen des

Zimmers ausführbar, wohin ein vorher als wirksam erkannter Schall übertragen worden ist. Von den Vokalen meiner Stimme wirken *a* und *o* am stärksten ein; *u* und *i* bei geringer Empfindlichkeit der Flamme, die man mit dem Quetschhahn ganz in der Hand hat, fast gar nicht. Eine tönende Stimmgabel von 440 Schwingungen wirkt bei mittlerer Empfindlichkeit auf die Flamme selbst, also oberhalb des Drahtnetzes nur wenig, hingegen sehr stark bei Annäherung der Gabelzinken an den Strom karburierter Luft unterhalb des Drahtnetzes. Will man das Auftreten der von einer Stimmgabel erzeugten Luftschwingungen an einem bestimmten Punkte, z. B. dem Ende einer Rohrverbindung, nachweisen, so hat man also den tonempfindlichsten Teil, den noch unverbrannten Strom, an diesen Punkt zu bringen.

Durch Abnehmen des Korkes mit dem Drahtnetze zeigt man die schöne, frei schwebende, tonempfindliche Flamme. Ihres leichten Verlöschens wegen bringt man etwa 12 cm oberhalb der Glasrohrspitze ein Gasflämmchen von etwa 3 mm an, das aus einer wagerechten Röhre in Stativklemme herausbrennt. Die schwebende Flamme adhärirt dann an dem Flämmchen.

Ein Gummiballon mit 3 l Luft unterhält die tonempfindliche Flamme fast 10 Minuten lang. Da beim Verdunsten des Karburiergemenges hauptsächlich der Äther fortgeht, so empfiehlt es sich, vor dem Wiedereingießen neuer Flüssigkeit den noch im Trockenturm befind-

lichen Rest durch die untere Öffnung in die kleine Vorratsflasche für das Benzol-Äthergemisch zurückzugießen. Nach sehr langem Gebrauche wird die Verdunstung infolge Abkühlung etwas schwächer; man wärmt mit der Hand ein wenig an. Läßt die Flammengröße mehr nach, so wird es an Äther fehlen. Bei Benutzung des Trockenturmes mit Drahtnetzzyylinder fallen die sehr störenden Flüssigkeitsverschlüsse fort, die in U-Röhren leicht eintreten.

Das lautsprechende Telephon und das hochempfindliche Mikrophon waren vor Jahren von Max Kohl in Chemnitz bezogen, und letzteres hat unter der Wirkung von 8 Volt — öfters ohne sonstigen Widerstand — bisher keinen Schaden genommen. Die Firma liefert auch die zu den Versuchen geeigneten Gestelle, eine Tonlöschröhre mit Stempel und die für sich allein in der Akustik (s. unter 1.) verwendbaren Messingrohre von 2 cm Durchmesser mit Ansätzen zum Verbinden, sowie die kompendiöse Vorrichtung für die tonempfindliche Flamme mit einer praktischen Anordnung des Ballons.

Zwei Versuche zur Erläuterung astronomischer Bewegungen.

Von

Wilhelm Volkmann in Berlin.

Vor einigen Jahren habe ich bei eingehender Beschäftigung mit dem vortrefflichen Tellurium und Horizontarium von A. Mang in Heidelberg den Plan zu einem Versuch entworfen, den Herr Mang in sehr hübscher, seinem Tellurium angepaßter Ausführung in seine Anleitung zum Gebrauch der Apparate aufgenommen hat.

Betritt jemand einen großen dunklen Raum mit einem Licht in der Hand, so fällt der Schatten der freistehenden Gegenstände gerade auf die Stellen der Wand, die seinem Auge eben durch die Gegenstände verdeckt sind. Ein zweiter Beobachter kann also an den Schatten erkennen, was dem ersten, das Licht tragenden verborgen, und an der Beleuchtung, was ihm sichtbar ist. In einem Modell des Weltalls kann man ebenso, wenn man an die Stelle der Erde ein Licht setzt, aus den Schatten der anderen Weltkörper des Modelles erkennen, welche Stellen des Himmels den Bewohnern der Erde durch die andern Weltkörper verdeckt sind, mit andern Worten, wie sich, von der Erde aus gesehen, die Weltkörper auf den Himmelsraum projizieren. In der Fig. 1 stellt F den Fuß des Telluriums dar, um ihn ist drehbar der Stab mn . An seinem Ende ist die Lampe L aufgesteckt, die sich in dem gewöhnlichen Gebrauch des Telluriums als Sonne in S be-

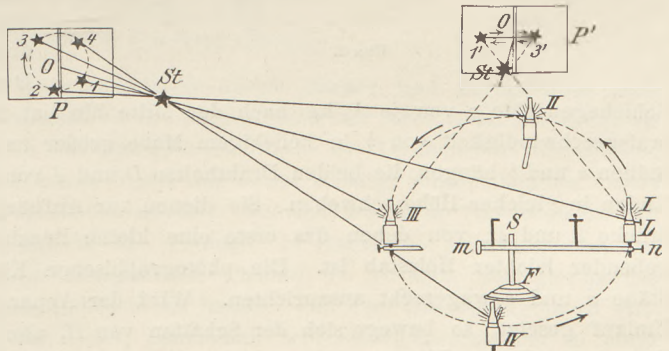


Fig. 1.

findet. Im vorliegenden Falle aber vertritt sie die Erde. Vor dem Schirme P befindet sich der Stern St , und der Schatten dieses Sternes bezeichnet in jedem Augenblick den Punkt, an dem sich, von der Lampe (Erde) aus gesehen, der Stern zu befinden scheint. Die Bewegung des Schattens zeigt also die scheinbare Bahn an, die ein Stern von merklicher Parallaxe infolge der Erdbewegung zurücklegt. Befindet sich St in der Ebene der Erdbahn, so ist die Bahn eine gerade Linie, in anderen Fällen eine mehr oder weniger schlanke Ellipse, in der Verlängerung von F schließlich ein Kreis.

Gegen diesen Versuch kann man nun freilich einen Einwand machen, nämlich, daß in Wirklichkeit diese scheinbare Bahn ganz wesentlich umgestaltet wird durch die Aber-

ration des Lichtes, die eine weit größere scheinbare Verschiebung des Sternes verursacht als die wirkliche Parallaxe. Dazu kommt, daß die Verschiebung durch Aberration in der Richtung der jeweiligen Erdbewegung stattfindet, also um einen Viertelumlaf verschoben zu der durch den Versuch dargestellten parallaktischen Verschiebung ist. Auf der anderen Seite wird man die Tatsache einer scheinbaren jährlichen Bewegung sämtlicher Fixsterne in gleichem Sinne als Beweis dafür verwerten dürfen, daß die Erde nicht, wie der naive Beobachter meint, stillsteht, sondern daß sie eine nahezu kreisförmige Bahn im Weltall durchläuft.

Eine Beschreibung dieses Versuches, die ich in anderem Zusammenhange gegeben habe¹⁾, veranlaßte Herr Professor Poske, an mich die Anfrage zu richten, ob sich in derselben Art nicht auch der scheinbare Lauf der Planeten demonstrieren lasse. Die hiermit gegebene freundliche Anregung habe ich mit Dank zu dem folgenden Versuch verwertet.

Ein langer Besenstiel *B*, wie er in jeder Handlung für Wirtschaftsgeräte billig zu haben ist, wird in der Ecke eines Zimmers oder in einem breiten Korridor mit beiden Enden an den Wänden befestigt, so daß seine Mitte von der Wand möglichst weit entfernt ist. Mitten am Besenstiel hängt nach Fig. 2 an einer Bindfadenschleife *S* der Stab *A*, der in der Figur aus zwei Eisenstäben mit einer Verlängerungsmuffe zusammengesetzt und an

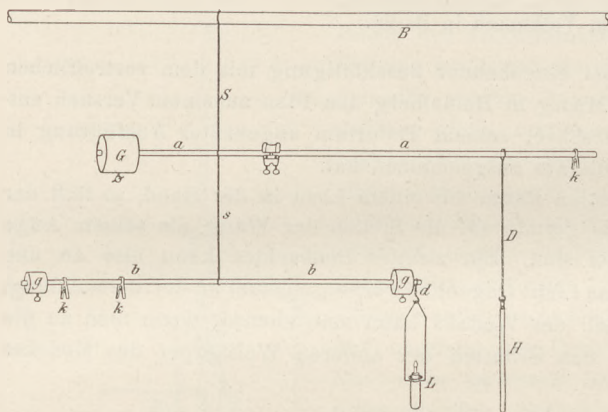


Fig. 2.

einem Ende mit dem Schiebegewicht *G* von 2 kg belastet ist²⁾. In der Bindfadenschleife *S* hängt eine zweite *s* und darin der etwa 1 m lange Stab *b*. Beide Schleifen bestehen aus dünnem Bindfaden (starkem Heftzwirn) und sind nach derselben Seite aufgedrillt. Unter dem Einfluß der Belastung durch *a* und *b* drehen sich die Fäden wieder auf, und die beiden Stäbe bekommen nach einigen Umdrehungen eine ziemlich konstant bleibende Umlaufgeschwindigkeit von einer Umdrehung in drei bis vier Minuten. Durch Verschiebung der beiden Schiebegewichte *g* von je $\frac{1}{2}$ kg nach der Mitte hin hat man es in der Gewalt, die Umlaufgeschwindigkeit von *b* in beliebigem Maße größer zu machen als die von *a*. An den Stäben *a* und *b* hängen die beiden Drahtthaken *D* und *d* von solcher Länge, daß ihre unteren Enden in gleicher Höhe schweben. Sie dienen zur Aufhängung der beiden vertauschbaren Stücke *L* und *H*, von denen das erste eine kleine Benzinlampe, das zweite ein schattengebender leichter Holzstab ist. Die photographischen Klammern *k k k* dienen dazu, die Stäbe *a* und *b* wagerecht auszurichten. Wird der Apparat, so wie er gezeichnet ist, in Umlauf gesetzt, so bewegt sich der Schatten von *H*, also der scheinbare Ort des von der Erde *L* gesehenen Planeten *H*, abwechselnd vor- und rückläufig wie ein oberer Planet. Vertauscht man *L* und *H*, so zeigt der Schatten die scheinbare Bewegung eines unteren Planeten. Indem man den Abstand des Drahtes *D* von dem Bindfaden ändert, kann man die Rückläufigkeitswege mehr oder weniger groß machen. Zum Auffangen der Schatten werden im allgemeinen die Zimmerwände genügen, doch kann man auch von den im Kreis herumgestellten Schülern eine lange Bahn billigen Rollenpapieres als runden Schirm halten lassen.

Wendet man zum Auffangen der Schatten einen runden Schirm an, so kann man

¹⁾ Das Tellurium in der Schule, Ztschr. f. Lehrmittelwesen und pädagog. Literatur, März 1906.

²⁾ Stücke aus dem „Physikalischen Baukasten“. Siehe diese Zeitschrift XIX, 194, 1906.

noch einen Schritt weiter gehen. Es ist nicht schwer, durch eine geeignete Anzahl von Kopierklammern, die man an den Stäben *a* und *b* nach aufwärts oder abwärts aneinanderklemmt, den Schwerpunkt so zu verlegen, daß die Stäbe eine volle Pendelschwingung auf und nieder in ungefähr derselben Zeit ausführen wie eine Umdrehung. Ersetzt man nun *H* durch eine leichte Kugel oder einen Pfropfen in gleicher Höhe wie die Flamme und gibt *a* oder *b* einen ganz leichten Stoß abwärts, so laufen die Erde *L* und der Planet (Kork) in zueinander geneigten Kreisbahnen, und der Schatten gibt die Schleifenbahnen wieder, wie sie die Koppesche Tafel der scheinbaren Planetenbahnen in den Januarheften dieser Zeitschrift zeigt.

Die Benzinlampe hat zum Gefäß ein kurzes Reagierglas (Fig. 3 *A*) von etwa 4 cm Länge, durch den Kork *B* führen zwei enge Glasröhrchen *C* und *E*. Durch *C* wird ein Faden des zu Spirituslampen üblichen Doctes gezogen, indem man zunächst einen Zwirnsfaden doppelt gelegt durch das Rohr zieht, in die Öse des Zwirnsfadens den Dochtfaden legt und nun den Zwirn wieder aus dem Röhrchen zieht, so daß der ihm folgende Docht als Doppelfaden *D* hineingeht. *E* dient als Luftzulaß. Der Draht *F*, dessen Enden zu einem Ringe zusammengedreht sind, trägt die Lampe. Nimmt man gutes, sogen. Kristallbenzin, so erhält man eine hellere und kleinere Flamme wie bei einer Kerze und daher schärfer begrenzte Schatten. Solche kleinen Lämpchen, deren Gefäß auch eine kleine Tintenflasche sein kann, sind oftmals sehr bequem, ein Reagenzglas wie *A* kann dann bei Nichtgebrauch als Schutzdeckel dienen. Besonders nötig ist dieser Schutzdeckel, wenn man das Lämpchen als Spirituslämpchen benutzen will, weil der Docht sonst Wasser anzieht. Im verdunkelten Zimmer stört ein solches Spirituslämpchen weniger als die üblichen Hilfsflämmchen der Bunsenbrenner. Bei Benzinlämpchen ist der Docht sehr kurz zu schneiden.

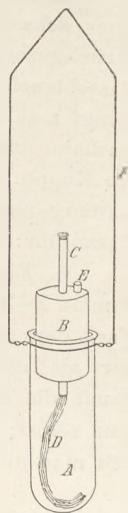


Fig. 3.

Chemische Flammenversuche.

Von

A. Stroman in Friedberg (Hessen).

Da den Anleitungen zum Experimentieren durch Bücher und Zeitschriften stets reicherer Stoff zugeführt wird, erscheint es für Mittelschulen mit ihren meist beschränkten Räumen wünschenswert, von Zeit zu Zeit eine größere Anzahl von Versuchen so anzuordnen, daß sie mit demselben einfachen Apparate rasch und sicher erledigt werden können. Alles Erzwungene muß dabei natürlich vermieden werden. Bei den folgenden Versuchen bin ich ausgegangen von dem Kapitel „Theorie der Flamme“ in HEUMANN, Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über anorganische Chemie, II. Auflage. Ich glaube das Wesentliche auf eine einfache Form gebracht zu haben. Von dem Hinzugefügten ist vielleicht die Art der Verbrennung von Chlor, Ammoniak und Schwefelwasserstoff in einer Atmosphäre von Wasserstoff, Leuchtgas oder Sauerstoff besonders da willkommen, wo ein Abzug fehlt, da keinerlei Belästigung durch den Geruch eintritt.

Aus geraden Lampenzylindern von etwa 25 cm Länge und 4,5 cm Weite sowie Glasröhren von 1 cm und 0,6 cm Weite stellt man sich die beiden Apparate Fig. 1 und 2 her. Die Korke müssen gut schließen. Außerdem gehört zu den Versuchen eine Messingkappe mit einer Öffnung von 2 cm Durchmesser und verschiebbarem Verschußplättchen, wie sie HEUMANN benutzt, und eine zweite, die durch feinmaschiges Drahtnetz verschlossen ist; endlich ein Löffelchen aus sehr starkem Eisenblech mit rechtwinklig umgebogenem Stiel, das durch die Öffnung der ersten Kappe in den Zylinder eingeführt werden kann. Da in der Hauptsache dieselben Handgriffe wiederkehren, darf ich mich in der Darstellung, wo es ohne Beeinträchtigung der Klarheit geschehen kann, vielleicht eines gewissen Telegrammstils bedienen.

1. Bunsenscher Brenner. — Apparat Fig. 2 ohne Zylinder mittels *c* in ein Stativ geklemmt. *a* und *b* bis zur Korkoberfläche herabgeschoben. Ein zur 0,2 cm weiten Spitze ausgezogenes Glasröhrchen von der Stärke wie *a* und *b* wird mit der Gasleitung verbunden. Über seine verjüngte Stelle ist ein Stückchen Kautschukschlauch gestreift. Spitze von unten etwas in *c* eingeführt. Hahn geöffnet, und oben bei *c* angezündet: blaue Flamme. Spitze hinaufgeschoben, bis der Schlauch einen Verschuß bildet: die Flamme wird leuchtend. Spitze wieder herabgezogen und Gaszufuhr bedeutend vermindert: der Brenner schlägt durch!

2. Inneres der Flamme kalt. — α) Blaue Flamme des vorigen Versuchs. Kopf eines schwedischen Streichholzes rasch in den Hohlkegel. Wenn das Holz brennt, rasch zurückgezogen: Zündmasse verbrennt nachträglich. — β) Apparat Fig. 1 oder 2 mit Zylinder, Gasschlauch an *a* oder *b*, aber Gashahn noch verschlossen. Mittels eines kleinen Trichters bringt man etwas Schießpulver auf die Mitte der Drahtkappe und setzt sie auf den Zylinder. Gashahn auf und brennendes Streichholz, das in dünner Glasröhre steckt, etwa 10 cm über die Kappe: Entzündung des Gases. Durch die beiden anderen Röhren tritt Luft ein, deshalb Luftzug und dadurch günstige Streckung der Flamme. Erst bei starker Verminderung der Gaszufuhr: Verpuffung des Pulvers.

3. Flammenumkehr zwischen Leuchtgas und Luft. — Apparat Fig. 1. Gasflamme 2–3 cm hoch auf *a*, *b* und *c* offen. Zylinder aufsetzen mit geöffneter Schieberkappe. Nach dem Anwärmen Gashahn plötzlich ganz auf. Flamme wandert auf *b* und *c* und brennt dort als Luftflamme. Bei geringem Gasdrucke muß die Kappe teilweise geschlossen werden, damit die Flamme zunächst nicht tanzt. Das Gas an der Kappe entzündet sich fast stets von selbst; andernfalls muß es angezündet werden. Wo Verdunkelungseinrichtung fehlt, läßt man die Vorhänge herab und bläst etwas Zigarrenrauch gegen die untere Öffnung von

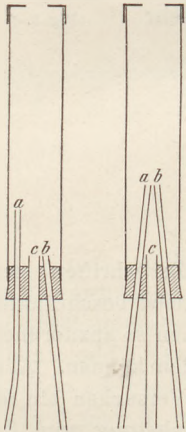


Fig. 1.

Fig. 2.

b und *c* (Kalifärbung). — Abwechselndes Verschließen von *b* und *c*: die betreffende Flamme erlischt und bildet sich wieder beim Öffnen. — Man verschließt *b* und *c* gleichzeitig: beide Flämmchen erlöschen. — Vermindern der Gaszufuhr bis zur Bildung eines explosiven Gemischs: die obere Flamme schlägt in den Zylinder. Bei sofortigem Aufdrehen des Hahnes entzündet sich oben das Gas wieder, und auf *b* und *c* brennt wieder die Luftflamme. — Jetzt Verminderung der Gaszufuhr, bis die Luftflamme als blaue Glocke frei tanzt. Man verschließt *c* mit dem Finger: es bleibt ein kleines Flämmchen übrig, das sich wie eine zierliche blaue Qualle auf *b* herabsenkt, da jetzt wieder Leuchtgas im Überschuß ist. — Man öffnet bei *c* wieder, öffnet den Gashahn völlig, so daß oben an der Kappe eine große Flamme brennt, und verschließt *b* durch ein Stückchen Kautschukschlauch, dessen anderes Ende durch ein kurzes Glasstäbchen verschlossen ist. Nun löscht man auch die Luftflamme auf *c*, führt eine lange Glasröhre, die *c* gerade ausfüllt, durch *c* bis in den Hohlraum der oberen Flamme und hält sie durch eine Klemme in dieser Lage fest. Ihr unteres Ende verbindet man vorsorglich erst jetzt mit dem Schlauch des Sauerstoffzylinders. Sobald man den Sauerstoffhahn öffnet, erhält man eine blendend gelbe (Natriumfärbung) Sauerstoffflamme in der Leuchtgasflamme (Ergänzung zu den Versuchen unter 2). — Man verschließt den Sauerstoffzylinder, entfernt die eingeschobene Röhre aus *c*, öffnet *b* wieder und stellt durch Explosion, wie oben angegeben, die Luftflamme auf *b* und *c* wieder her. Durch Verminderung der Gaszufuhr zwingt man die Flamme sicher, nach *a* zurückzukehren, so daß wieder Leuchtgas in der Luft brennt.

4. Flammenumkehr zwischen Leuchtgas (Wasserstoff) und Sauerstoff. — Apparat Fig. 2. Man kann über *a* und *b* Röllchen aus dünnem Platinblech schieben, aber nötig ist es nicht, wenn man von beiden jedesmal ein Stückchen abschneidet, sobald sie sich durch Schmelzen verengert haben. Man nimmt sie deshalb von vornherein 15–20 cm lang. Die Versuche sind ohne die Platinblechröllchen infolge der starken Natriumfärbung

der Flamme sogar noch schöner. — Man schließt *c* an einen Kippschen Kohlensäureapparat an. Leuchtgasflamme (2—3 cm hoch) auf *a*. An *b* wird der Sauerstoffzylinder angeschlossen. Dieser so weit geöffnet, daß das Flämmchen auf *a* deutlich beeinflußt wird. Zylinder aufgesetzt mit offener Kappe. Bei plötzlichem Öffnen des Gashahns geht die Flamme auf *b* über. Oben brennt das überschüssige Leuchtgas. — Durch Verminderung der Gaszufuhr und Regelung der Sauerstoffzufuhr erhält man zwischen *a* und *b* eine flache Mittelflamme und kann leicht erreichen, daß weder Leuchtgas noch Sauerstoff im Überschuß ist: ein brennender Holzspan entzündet oben kein Leuchtgas und erlischt, wenn man ihn eintaucht. Man kann ihn auch an der Mittelflamme nicht wieder entzünden, es sei denn, daß man ihn der Sauerstoffröhre stark näherte. — Während die Mittelflamme brennt, läßt man einen raschen Kohlensäurestrom durch den Zylinder gehen. Die Flamme streckt sich noch schöner, sonst kein Einfluß (der Versuch entspricht der Verbrennung von Phosphor unter Wasser). — Nachdem die Kohlensäure kurze Zeit abgestellt war, läßt man wie bei dem Versuche mit Luft die Flamme nach *a* zurückwandern. — Die Versuche mit Wasserstoff sind nur bei starkem Wasserstoffstrom möglich, wie ich ihn nur durch Anwendung von Salzsäure im Kippschen Apparate erhalten konnte. Man kann außerdem die Öffnung der Kappe durch den Schieber teilweise verschließen. — Alle Versuche sind ganz ungefährlich. Doch mache man sich's zur Regel, nach Ablauf einer Versuchsreihe sämtliche Hähne zu schließen, damit sich keine explosiven Gemische bilden können.

5. Verbrennung von Kaliumchlorat, Chromsäure und rauchender Salpetersäure in Leuchtgas. — Auf *b* (Fig. 2) eine Sauerstoffflamme im Leuchtgas nach Versuch 4. Das beschriebene Löffelchen, mit dem betreffenden Stoffe gefüllt, eingetaucht bis in die Sauerstoffflamme. Wenn der Inhalt erhitzt ist, hält man das Löffelchen etwas seitlich in die Flamme, damit die Entzündung erfolgt.

6. Verbrennung von Nitraten. — In entsprechender Weise kann man auch die Nitrate von Kalium, Natrium, Ammonium, Baryum und Strontium ganz oder teilweise verbrennen, da man mittels der Sauerstoffflamme eine sehr hohe Temperatur erzielen kann.

7. Verbrennung von Ammoniak in Sauerstoff oder Luft. — Apparat Fig. 2. Gasflämmchen auf *a*. Sauerstoffzylinder an *c* angeschlossen und geöffnet. Zylinder aufgesetzt. Die Röhre *b* wird mit einem Ammoniakentwickler verbunden. Schon das mit Luft gemengte Ammoniak verbrennt im Sauerstoff, indem es sich an dem Gasflämmchen entzündet. Wenn eine sichere Ammoniakflamme brennt, schließt man den Leuchtgashahn; wenn die Entwicklung nachzulassen droht, öffnet man ihn wieder. — Zur Verbrennung in Luft stellt man nach Versuch 1 die Bunsensche Flamme her und leitet das Ammoniak ebenso wie das Leuchtgas mittels einer Glasspitze unten bei *c* ein.

8. Verbrennung von Schwefelwasserstoff in Sauerstoff. — Entsprechend wie die des Ammoniaks.

9. Verbrennung von Chlor in Wasserstoff und Leuchtgas. — Man setzt in die obere Öffnung von *c* (Fig. 2) mittels eines kleinen Korks ein dünnes Glasröhrchen von vielleicht 0,3 cm Weite und solcher Länge, daß sein oberes Ende zwischen denen von *a* und *b* liegt. Die beiden Röhrchen *a* und *b* werden zu dem Zwecke etwas herabgezogen und je mit der Wasserstoffquelle (starker Strom!) und dem Sauerstoffzylinder verbunden, *c* mit dem Chlorentwicklungsapparate. Zunächst Sauerstoffflämmchen im Wasserstoff nach Versuch 4. Dann sofort Chlorentwicklung. Das Chlor entzündet sich an der Sauerstoffflamme. Diese kann dann entsprechend wie bei Ammoniak vorübergehend gelöscht werden. — Bei der Verbrennung im Leuchtgas setzt sich nur wenig Ruß im Zylinder an.

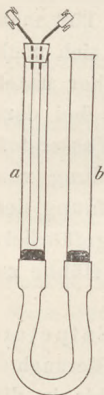
10. Gas aus einer Kerzenflamme. — Apparat Fig. 2. Man entzündet auf *a* ein so kleines Gasflämmchen, daß es in die Ferne nicht sichtbar ist, und setzt den Zylinder auf; *c* bleibt offen. In die untere Öffnung von *b* eine Kerzenflamme. Oben brennen die aus ihr entweichenden Gase. Der Versuch wird durch den Luftzug im Zylinder begünstigt und scheint mir sicherer als die mir bekannten Formen. Das Stückchen Glasrohr *b* muß für andere Versuche gegen ein neues ausgewechselt werden.

Kleine Mitteilungen.

Der Nachweis der Verschiedenheit von c_p und c_v .

Von **Fr. Berger** in Landau i. P.

Bekanntlich stößt die Messung der spezifischen Wärme der Gase und die Demonstration der Verschiedenheit von c_v und c_p wegen der Kleinheit der in Betracht kommenden Wärmemengen auf besondere Schwierigkeiten. Verhältnismäßig einfach und direkt läßt sich letztere mit folgender Anordnung zeigen:



Zwei vertikale, ziemlich lange und hinreichend weite Glasröhren a und b (s. Fig.), von denen die Röhre a oben verschlossen ist, sind unten durch einen nicht zu engen Gummischlauch verbunden. Durch eine Quecksilberfüllung ist in der Röhre a ein Luftquantum abgegrenzt, das durch Gleichstellen der Quecksilberkuppen in a und b auf den äußeren Luftdruck gebracht ist. Es kann durch eine Heizspirale, welche den Luftraum seiner ganzen Länge nach durchzieht, auf elektrischem Wege erwärmt werden.

Wird diese Heizspirale bei zwei Vergleichsversuchen von gleicher Dauer von einem elektrischen Strom gleichbleibender Stärke durchflossen, so gibt sie offenbar an die umgebende Luft gleiche Wärmemengen ab. Bei dem 1. Versuch sorgt man nun durch entsprechendes Senken des Rohres b dafür, daß der Quecksilberstand während der Erwärmung in beiden Röhren gleichmäßig bleibt, das eingeschlossene Luftquantum befindet sich also stets unter dem Atmosphärendruck und kann sich dabei ausdehnen, für seine Erwärmung kommt also die spezifische Wärme bei konstantem Druck in Betracht. Bei einem 2. Versuch, der natürlich erst begonnen werden darf, wenn sich der Apparat wieder auf die Anfangstemperatur abgekühlt hat (was an der Einstellung des Quecksilbers leicht kontrolliert werden kann), sorgt man durch Heben des Rohres b , also durch Erzeugung von Überdruck, dafür, daß trotz der Erwärmung das abgeschlossene Luftquantum sein Anfangsvolumen beibehält, daß die Quecksilbersäule im Rohr a also stets an der alten Stelle bleibt. Demnach kommt jetzt die spezifische Wärme für konstantes Volumen in Rechnung.

Sollen die Versuche gut gelingen, so müssen die verwendeten Röhren ziemlich lang sein (nicht unter 20 cm), damit die Ausdehnung des Gases durch die Wärme gut sichtbar wird. Ferner darf der Strömungswiderstand des Hg in dem Gummischlauch nicht zu groß sein. Die Erwärmung hält man passend in niedrigen Grenzen, es empfiehlt sich, Temperatursteigerungen von nicht mehr als 20° anzuwenden, was ja durch Regulieren des elektrischen Stroms und durch entsprechende Wahl der Versuchsdauer leicht erreicht werden kann. Um die Ablesungsfehler möglichst klein zu machen, ist es gut, mehrere Personen zusammenarbeiten zu lassen; die erste konzentriert ihre ganze Aufmerksamkeit auf die Einstellung der Röhre b , die zweite schließt den Strom und liest nach der bestimmten Zeit (etwa nach 15 Sekunden) den momentanen Quecksilberstand in der Röhre b ab.

Aus den abgelesenen Quecksilberständen kann dann das Volumen bzw. der Druck des warmen Luftquantums bestimmt werden. Da Anfangstemperatur und Anfangsdruck bekannt sind, kann mit Hilfe der bekannten Gleichungen die Endtemperatur im ersten und zweiten Versuch leicht berechnet werden. Es ist also die Verwendung eines eigenen Thermometers völlig überflüssig, der Apparat ist selbst Thermometer, und zwar ein Luftthermometer. Die Temperaturerhöhungen ergeben sich nun verschieden, und zwar im 1. Fall kleiner als im 2. (Bei einem aus vorhandenem, nicht sehr geeigneten Material improvisierten Apparat betragen sie $17,7^\circ$ bzw. $22,9^\circ$). Die zugeführten Wärmemengen waren gleich, also müssen die spezifischen Wärmen c_v und c_p verschieden sein, ihr Verhältnis ist das umgekehrte der Temperaturerhöhungen.

Bei passender Abänderung (mit Füllhähnen) läßt sich der Apparat auch für die Vergleichung der spezifischen Wärmen verschiedener Gase verwenden.

Demonstration des Reibungswinkels bei feuerspeienden Bergen.

Von Dr. E. Waetzmann in Breslau.

(Mitteilung aus dem Physikalischen Institut der Universität.)

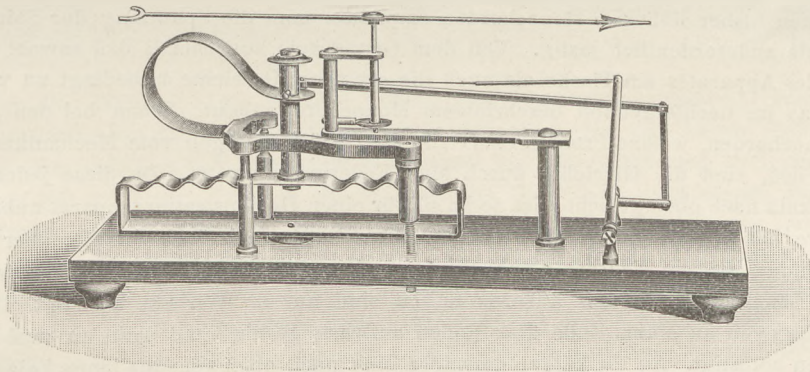
Wenn von einem feuerspeienden Berge immer neue Gesteinmengen emporgeschleudert werden, so wächst mit der Höhe des Bergkegels auch der äußere Umfang, und zwar derart, daß der Reibungswinkel annähernd immer derselbe bleibt. Diese Konstanz des Reibungswinkels zeigt folgender Versuch: Ein auf ca. 20 cm hohen Füßen ruhendes Brett von ca. 50 cm Durchmesser wird in der Mitte durchbohrt; in die Öffnung wird eine Rakete gesteckt, und zwar so, daß sie sich nach oben entlädt. Darüber wird ein Haufen trockenen Sandes (oder auch einer anderen Substanz) geschüttet und alsdann die Rakete entzündet. Durch die aufsteigende Rauch- und Sandsäule wird die Eruption eines feuerspeienden Berges nachgeahmt, und man kann jetzt das Konstantbleiben des Reibungswinkels bei gleichzeitiger Gestaltsänderung des Sandkegels beobachten, vorausgesetzt, daß die Eruptionen nicht zu heftig sind.

Stehen keine passend geladenen Raketen zur Verfügung, so läßt sich der Versuch auch folgendermaßen ausführen: In die Öffnung des Brettes wird ein Stück Glasrohr gesteckt und dieses durch einen starkwandigen Gummischlauch mit einer Kohlensäure-Bombe verbunden. Läßt man dann Kohlensäure ausströmen, so schleudert diese den Sand in die Höhe. Will man hierbei auch plötzliche, starke Eruptionen nachahmen, so bindet man das Glasrohr oben mit einer dünnen Gummimembran zu, die von der Kohlensäure erst stark aufgeblasen werden muß, ehe sie platzt; der Sand wird alsdann mit großer Gewalt in die Höhe geschleudert.

Durchschnittsmodell eines Aneroidbarometers.

Von Dr. A. H. Bergesius in Haag.

Soweit mir bekannt, findet man in den Katalogen der Mechaniker bis jetzt kein genügend großes und übersichtliches Modell vom Mechanismus eines Vidischen Aneroids. Ich ließ daher das nebenan abgebildete anfertigen¹⁾; mit einigen unwesentlichen Abänderungen genau nach einem gewöhnlichen Barometer. Die starke Vergrößerung der Bewegung durch



den Hebelmechanismus und die Welle läßt sich durch einen geringen Druck auf den Kopf des von der Dose getragenen Stabes zeigen. Außerdem zeigt das Modell auch, wie durch die in der Mitte der Figur aus der Bodenplatte hervorkommende Stellschraube die Zeigerstellung beliebig reguliert werden kann (man findet diese Schraube an der Rückseite eines jeden derartigen Barometers). Die Regulierung der Empfindlichkeit (Anpassung an die Skala), welche durch Verlängerung oder Verkürzung des in der Figur rechts unten befindlichen horizontalen Hebelarmes bewirkt wird, ist der Übersichtlichkeit wegen fortgelassen.

¹⁾ Mechaniker L. J. Luynenburg in Wageningen (Holl.).

Demonstration von Schwebungen an Glycerin-Seifenlamellen.

Von Dr. E. Waetzmann in Breslau.

(Mitteilung aus dem Physikalischen Institut der Universität.)

Erklingen gleichzeitig zwei Töne von den Schwingungszahlen n und $n \pm \delta$, wo δ eine nur kleine Zahl ist, so hört man ein regelmäßiges An- und Abschwollen der Intensität des resultierenden Tones, welches sich δ mal in der Sekunde wiederholt, δ Schwebungen pro Sek. Um diese auch bei sehr geringer Intensität sichtbar zu machen, kann man folgendermaßen verfahren: Man spannt über die Öffnung eines auf den betreffenden Ton abgestimmten Resonators eine möglichst empfindliche Membrane; die empfindlichsten Membranen, über die wir verfügen, sind wohl solche aus Glycerin-Seifenlösung. Erklingt jetzt ein Ton von der Schwingungszahl n , auf den der Resonator abgestimmt ist, so kommt die Seifenlamelle zu starkem Mitschwingen, und zwar bilden sich auf ihr stehende Wellen aus, deren Länge außer durch die Dimensionen der Lamelle durch die Höhe des Tones bedingt ist. Tritt jetzt der Ton von der Schwingungszahl $n \pm \delta$ hinzu, so erhält man in der Sek. einen δ maligen Wechsel zwischen einem größten und einem kleinsten Wert der Amplitude, und man sieht die einzelnen Teile der Lamelle δ Zuckungen in der Sekunde ausführen. Um diese auch objektiv sichtbar zu machen, projiziert man die Lamelle, und zwar im reflektierten Licht, also mit folgender Anordnung: Das von der Lichtquelle ausgehende Licht wird auf einen gegen die Vertikale geneigten Spiegel vereinigt und von diesem auf die horizontal stehende Lamelle reflektiert. Von dieser wird es unter Zwischenschaltung einer Linse auf einen zweiten Spiegel, der gegen den ersten um ca. 90° geneigt ist, reflektiert, und dieser reflektiert es seinerseits auf den Projektionsschirm. Natürlich scheinen bei dieser Beobachtungsart die Zuckungen nicht genau senkrecht, sondern etwas seitlich zu erfolgen. Die beschriebene Versuchsanordnung ist so empfindlich, daß die Lamelle z. B. schon deutlich auf Sprechen reagiert, wenn der Eigenton des Resonators innerhalb des Tonintervalles der menschlichen Stimme liegt.

Ein neues Monochord.

Von Prof. H. Bohn in Berlin.

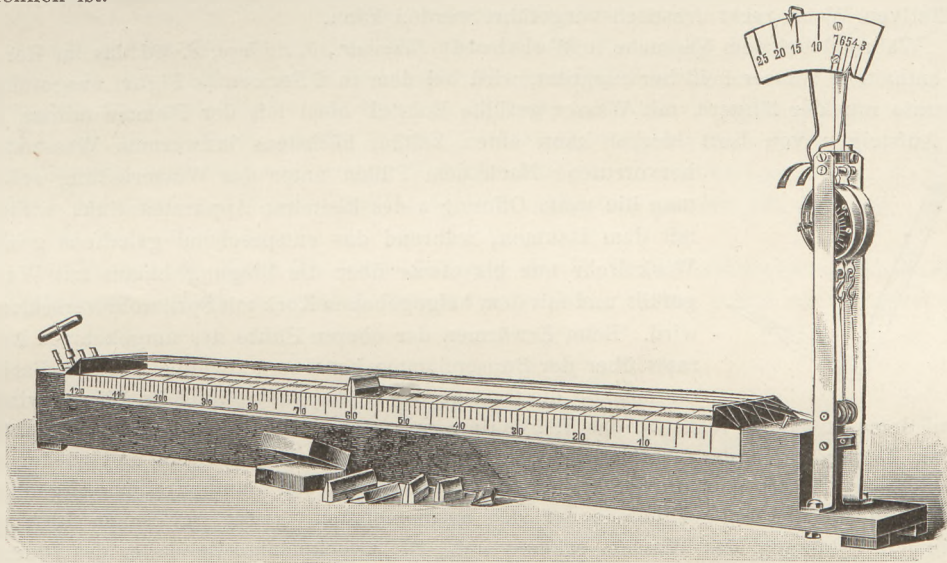
Bei den bisher üblichen Monochorden empfindet man die Spannung der Saiten durch Gewichte als außerordentlich lästig. Von dem Grundsatz ausgehend, daß sowohl das Festklemmen des Apparates am Tische als auch die schweren Gewichte unbedingt zu vermeiden sind, ist das im nachfolgenden beschriebene Monochord gebaut. Schon bei den ganz einfachen Monochorden, welche Prof. H. HAHN für die Schülerübungen vom Mechaniker Hintze anfertigen ließ, sind die Gewichte durch eine Federwage ersetzt. Da diese jedoch liegt, und ihre Skala nach oben gerichtet ist, so ist sie für einen Demonstrationsapparat unbrauchbar. Herr Hintze hat deshalb ein gutes Schulmonochord nach demselben Prinzip, aber mit aufrecht stehender, weithin sichtbarer Skala gebaut. Das Monochord enthält 4 Saiten von 120 cm nutzbarer Länge. Die beiden äußeren Saiten sind nur an Wirbeln befestigt, die beiden mittleren dagegen an einem Ende über Rollen aufwärts geführt und dann an zwei kräftigen Federwagen befestigt. An die Zeiger derselben sind nach oben gehende lange Zeiger gelötet, die sich vor einem Skalenbrett bewegen. Jede Wage hat ihre eigene Skala. Der Zeiger der vorderen Saite spielt auf der unteren, die von 3 bis 7 kg geteilt ist. Der Zeiger der hinteren Saite ist hinter dem Skalenbrett nach oben und dann wieder zur oberen Skala nach vorn herabgeführt, wie aus der Figur deutlich zu ersehen. Für diesen sind 10, 15, 20, 25 kg aufgetragen. An den Federwagen selbst können die Spannungen bis auf 1 kg abgelesen und $\frac{1}{2}$ kg noch gut geschätzt werden, an der oberen Skala werden sie von den Schülern geschätzt. Übrigens sind beide Skalen auch auf der Rückseite des Brettes aufgetragen, so daß der Lehrer ohne weiteres ablesen kann.

Die Vorderseite des Resonanzkastens hat am oberen Rande eine weithin sichtbare Zentimeterteilung. Dabei ist absichtlich nicht die in neuerer Zeit mehr und mehr üblich

gewordene Weinholdsche Teilung in abwechselnd schwarze und weiße Quadrate mit roten Quadraten bei jeder Dekade gewählt, weil nach meinen Erfahrungen die Schüler dabei immer Schwierigkeiten mit der Ablesung haben. Die Teilung ist vielmehr in kräftigen schwarzen Linien hergestellt und an den Dekadenstellen mit Zahlen versehen. Die Oberseite des Monochords trägt in der Mitte eine Millimeterteilung. Auf jeder Seite derselben finden sich folgende, wohl ohne weiteres verständliche Angaben, welche die eine Hälfte des Instrumentes einnehmen:

$\frac{15}{16}$ $\frac{8}{9}$ $\frac{5}{6}$ $\frac{4}{5}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{5}{8}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{5}{9}$ $\frac{8}{15}$ $\frac{1}{2}$
 Kl. II Gr. II Kl. III Gr. III IV V Kl. VI Gr. VI Kl. VII Gr. VII VIII

Auf der anderen Hälfte ist der 1. bis 11. Oberton aufgetragen. Lange, zur Längsrichtung senkrechte Striche erleichtern das Einstellen von Stegen. Andererseits sind diese, wie an der Abbildung zu erkennen, an den Längsseiten mit schwarzen Mittellinien versehen, so daß ihre Stellung auch von weitem an der Zentimeterteilung der Vorderseite zu erkennen ist.



Für die Obertöne sowie für die Abhängigkeit der Schwingungszahl von der Länge wird man am besten die beiden äußeren Saiten benutzen. Bei den beiden mittleren Saiten läßt sich die Abhängigkeit der Schwingungszahl von der Spannung viel mannigfaltiger zeigen als bei den bisher üblichen Monochorden mit Gewichten. Bei diesen durfte man es kaum wagen, bis zur Oktave zu gehen; hier ist die Oktave am bequemsten; man erhält sie bei den Spannungsverhältnissen 4:16, 5:20, 6:24. Die Spannung 3 kg liefert einen gar zu tief liegenden Ton. Die Quinte läßt sich darstellen durch die Spannungsverhältnisse 4:9, 5:11 $\frac{1}{4}$, 6:13 $\frac{1}{2}$, 7:15 $\frac{3}{4}$, die große Terz durch 6:9,4, 7:10,9 u. s. w. Durch Unterschieben eines Steges unter die geringer gespannte Saite kann für weniger musikalische Ohren die Richtigkeit des höheren Tones der anderen Saite leicht festgestellt werden.

Für die Erhaltung der Federwagen ist es notwendig, daß man dieselben nach dem Gebrauch entspannt, weil sich sonst ihre Federkraft allmählich ändert.

Das Monochord ist vom Mechaniker F. A. Hintze, Berlin N. 37, Metzgerstr. 29 zu beziehen.

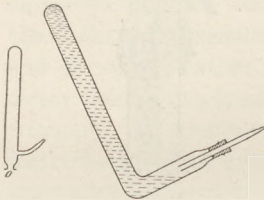
Dampfdruck über heißem Wasser.

Von H. Rebenstorff in Dresden.

Versuche über den Dampfdruck unterhalb des Siedepunktes sind ebenso bedeutungsvoll für das Verständnis meteorologischer Erscheinungen wie die von BÖRNSTEIN in *ds. Zeitschr. XVIII 149* zusammengestellten Erscheinungen und werden von einem die Physik

nicht als Anhängsel der Mathematik betrachtenden Unterrichte ebensowenig übergangen. Die Bestimmung des Dampfdruckes im Torricellischen Vakuum macht den Nachweis im luftgefüllten Raume nicht überflüssig, und auch die Übertragung des am kräftiger wirkenden Ätherdampf Gesehenen auf den Wasserdampf kann für den Unterricht nicht die Beobachtungen an diesem selbst ersetzen. Der in der Zimmerluft sowie in gesättigt feuchter Luft bestehende Dampfdruck kann mit den *ds. Zeitschr. XVII 19 unter II* angegebenen einfachen Vorrichtungen ziemlich genau in bequemer Weise gemessen und die Änderungen des maximalen Dampfdruckes bei Schwankungen der Zimmerwärme können mit Hilfe der *ds. Zeitschr. XVII 213* beschriebenen Vergleichsflaschen (trocken und feucht) sehr anschaulich demonstriert werden. Mit dem Hinweis, daß diese Apparate von der Instrumentenfabrik von Gustav Müller in Ilmenau, mit naheliegenden Verbesserungen (Glashähne statt der Gummischläuche mit Quetschhähnen) versehen, hergestellt werden, möchte ich die Beschreibung einer ebenfalls von dieser Werkstätte beziehbaren einfachen Vorrichtung verbinden, mit der die bedeutende Größe des Dampfdruckes über heißem Wasser in der für diese Temperaturen genügenden qualitativen Weise recht drastisch vorgeführt werden kann.

Während bei dem Versuche in Weinholds *Demonstr., 3. Auflage, S. 495* das im Heronsball enthaltene Wasser heiß herausspritzt, wird bei dem in 2 Formen (s. Figur) ausgeführten Apparate nur der längere, mit Wasser gefüllte Rohrteil oben mit der Flamme erhitzt, und das Aufsteigen von Luft hierbei kann einen kalten, höchstens lauwarmen Wasserstrahl hervorrufen. Nach dem Füllen unter der Wasserleitung schließt man die weite Öffnung *o* des kleineren Apparates (links, s. Figur) mit dem Daumen, während das entsprechend gehaltene größere Winkelrohr nur bis etwas über die Biegung hinaus mit Wasser gefüllt und mit dem beigegebenen Kork mit Spritzrohr verschlossen wird. Beim Erwärmen der oberen Hälfte des umgekehrten Apparates über der Bunsenflamme kann man nebenbei mit dem Farberthermoskop die Gesetze der Wärmeausbreitung im Wasser wiederholend demonstrieren. Während das Winkelrohr zur Ausbildung des Dampfdruckes einfach bis zum Emporsteigen der im kürzeren Schenkel enthaltenen Luft gedreht und wieder aufgerichtet wird, lüftet man an der kleineren Apparatenform den Daumen einen Augenblick, sobald man an der Volumzunahme der sich ansammelnden, gelöst gewesenen Luft eine genügende Erhitzung des Wassers erkannt hat. Die zweckmäßige Zeitdauer des Daumenlüftens läßt ein Vorversuch mit kaltem Wasser richtig bemessen. Beim Hindurchwirbeln der großen Luftblase durch das heiße Wasser nimmt der Dampfdruck darin schnell zu, und der Wasserstrahl kann zu einem freiliegenden, offenen Seitenfenster weit hinauspritzen.



Eine neue Form des Projektionsthermometers.

Von **Karl Lichtenecker** in Prag.

(Mitteilung aus dem Physikalischen Institut der Deutschen Technischen Hochschule; Prof. Dr. J. Tuma.)

Die in die Preislisten aufgenommenen und im Handel erhältlichen Projektionsthermometer weisen gewisse Unvollkommenheiten auf, die exakte Demonstrationen vielfach erschweren, in einigen Fällen geradezu unmöglich machen. Die äußeren Glasröhren sind meist flachgedrückt, damit das Thermometer nicht als Zylinderlinse wirken solle; gerade dadurch erhalten diese Thermometer Längsschlieren, welche auf dem Projektionsbilde dem Quecksilberfaden ähnliche dunkle Striche hervorrufen und eine Ablesung aus einigermaßen beträchtlichen Entfernungen unmöglich machen.

Erfordert der Versuch eine Beobachtung in der Nähe des Nullpunktes, was ziemlich häufig, z. B. bei der Demonstration des anomalen Ausdehnungskoeffizienten des Wassers in der Umgebung von $+4^{\circ}\text{C}$. oder bei Demonstrationen über Gefrierpunktniedrigung und Gefrierverzug, der Fall ist, so lassen die gebräuchlichen Projektionsthermometer vollkommen im Stich. Wohl reicht die Teilung der Skala meist bis 0°C .; der Nullpunkt befindet sich

aber in unmittelbarer Nachbarschaft der Quecksilberkugel. Da nun ersterer noch im Strahlenkegel der Projektionslampe, letztere aber bereits innerhalb des noch durch einen äußeren Eismantel oder dergl. auf konstanter Temperatur erhaltenen Versuchsgefäßes sich befinden muß, ist die Vorführung derartiger Versuche schon aus technischen Gründen unausführbar.

Die aus der nebenstehenden Figur ohne weiteres ersichtliche Anordnung ist von diesen Mängeln frei und ermöglicht eine bequeme und gleichzeitig korrekte Vorführung thermischer Messungen auch vor einem großen Auditorium. Die massive, sehr enge Kapillare C geht ungefähr in halber Länge des 40 cm langen Instruments in ein dünnwandiges Röhrchen R von etwas weiterem Kaliber über. Dieses letztere und die auf einer ebenen Glastafel in großer, deutlicher Schrift angebrachte Thermometerskala wird von einer weiten, dünnwandigen Glasröhre S umgeben, die ebenfalls an das Ende der Kapillare C angeschlossen ist. Das Quecksilbergefäß hat, wie bei den für chemische Zwecke verwendeten Thermometern üblich ist, eine leicht konische Form erhalten, um das Aufziehen von Korken von unten aus zu ermöglichen, die bei der getroffenen Anordnung keinen Teil der nutzbaren Skalenteilung verdecken und eine fixe, jeder Art von Aufhängung vorzuziehende Befestigung an einem Stative ermöglichen. An der Kapillare C ist eine Marke eingezätzt, die die Tauchtiefe angibt, bei der die Eichung vorgenommen wurde. Im ganzen benötigt man etwa zwei solcher Thermometer; ein Quecksilberthermometer für einen Meßbereich -20° bis $+150^{\circ}$ und ein Weingeistthermometer für den Bereich $+20^{\circ}$ bis -100° C.



Die Herstellung dieser Thermometer nach der im Institut entworfenen Skizze führt die Glasbläserei Schmidt u. Schübel, Frauenwald i. Thür., ebenso präzis als preiswert aus.

Einfache Photometer.

Von Dr. A. Wendler in München.

Neben dem RUMFORDSchen Schatten- und dem BUNSENSchen Fettfleckphotometer eignet sich für Unterrichtszwecke besonders auch das von RITCHIE angegebene einfache Photometer. Um die Lichtvergleichung nach diesem Prinzip dem ganzen Auditorium sichtbar zu machen, benutze ich ein auf einem verschiebbaren Halter der optischen Bank zwischen den beiden Lichtquellen aufgestecktes, dreiseitiges Prisma aus weißangestrichenem Holz (wie man es z. B. in Baustein Kästen findet) oder noch besser aus Gips. Indem das Prisma seine stumpfe Kante (120° — 150°) dem Auditorium zuwendet, werden von diesem die beiden beleuchteten Seitenflächen deutlich gesehen. Bei der Kleinheit des Prismas können die Entfernungen r_1 und r_2 ohne merklichen Fehler von dem Schlittenindex des Schiebers aus gezählt werden. (Figur 1.)

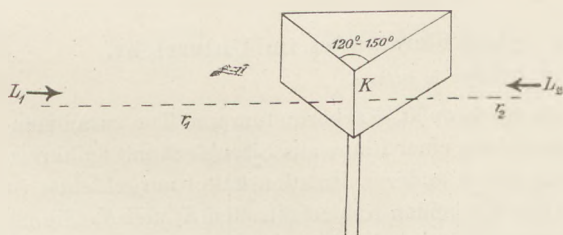


Fig. 1.

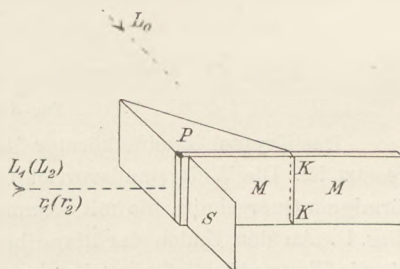


Fig. 2.

Ein anderes einfaches Photometer, welches, wie ich nachträglich bemerkte, im Prinzip mit dem von L. WEBER angegebenen Photometer verwandt ist (*Wied. Ann.* XX, 1883, S. 326), ist in Fig. 2 skizziert. Das totalreflektierende Prisma P ist mit der Milchglasscheibe M an der rechten Ecke durch etwas Kanadabalsam verkittet und längs der ganzen Hypotenusenfläche durch Überklebung abgeblendet. S ist eine störendes Licht abhaltende Blende. Dieses

Reflexionsphotometer sitzt in unveränderter Stellung auf einem Halter der optischen Bank, so daß die durch KK gehende zu M senkrechte Ebene durch den Schlittenindex des Halters geht. Von diesem Index aus können dann die Entfernungen r_1 und r_2 der zu vergleichenden Lichtquellen gezählt werden. Der links von KK liegende Teil von M erhält seine Beleuchtung durch Vermittlung des Prismas von L_1 (L_2) her, während der rechts von KK liegende Teil von M durch die Vergleichslicht-quelle L_0 (Benzinflamme) direkt beleuchtet wird.

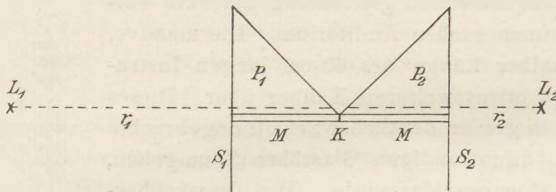


Fig. 3.

Aus $J_1:J_0 = r_1^2:r_0^2$ und $J_2:J_0 = r_2^2:r_0^2$ folgt dann

$$J_1:J_2 = r_1^2:r_2^2.$$

Die Vergleichsflamme fällt offenbar fort, wenn man mit zwei Prismen operiert, wie in Fig. 3 schematisch gezeigt ist.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, daß man in dem wohl in keiner physikalischen Sammlung fehlenden Spektralapparat ein sehr brauchbares Photometer besitzt.

Man entfernt vom Spektralapparat das Hauptprisma und stellt das Spalt- und das Okularrohr in gerader Linie einander gegenüber, nachdem vorher das Fernrohr auf ∞ eingestellt worden war. Man zieht nun das Spaltrohr aus, bis der Spalt scharf erscheint, und gibt ihm ungefähr $\frac{1}{2}$ cm scheinbare Breite. Unter den so vorbereiteten Spektralapparat wird die optische Bank geschoben, so daß die Projektionsebene des senkrechten Spaltes durch den Nullpunkt der optischen Bank geht. Wünschenswert, aber nicht unbedingt nötig, ist die Vorschaltung einer kleinen Milchglasscheibe oder von Transparentpapier vor den Spalt. Eine längs der optischen Bank verschiebbare Lichtquelle beleuchtet so den Spalt in seiner ganzen Ausdehnung. Schaltet man nun (Fig. 3) dem Spalt ein kleines (an der Hypotenusenfläche überklebtes) totalreflektierendes Prisma vor, welches aber nur die untere Spalthälfte bedeckt, so grenzen immer, wie man auch die Lichtquelle verschiebt, ein dunkler und ein hell beleuchteter Spaltteil aneinander. Nach Einstellung von L_0 wird nun auch der dunkle Spaltteil beleuchtet und durch Verschiebung von L_1 (L_2) bewirkt, daß die Helligkeitsunterschiede verschwinden.

Ist

B_1 (B_2)	=	Beleuchtung der vom Prisma freien Spalthälfte durch L_1 (L_2)
B'	=	- - - - -
B_0	=	- - - - - bedeckten - - - L_0 ,

so ist $B_1 + B' = B_0 = B_2 + B'$, somit $B_1 = B_2$, also

$$J_1:J_2 = r_1^2:r_2^2.$$

Über die Verwendung des Kryptolwiderstandes im Unterricht.

Von **Johns. J. C. Müller** in Bremen.

Das Kryptol ist eine körnige Masse, die aus Graphit, Karborundum und Ton zusammengesetzt ist. Die Widerstandsvorrichtung besteht aus einer Rinne aus Eisenblech mit halbkreisförmigem Querschnitt, die mit Schamotte oder einem anderen Isolationsmittel ausgekleidet ist (Fig. 1). An den Enden der Rinne befinden sich die beiden Kohleelektroden K_1 und K_2 (Fig. 2), die die Rinne abschließen, und zwischen denen das Kryptol als Widerstandsmasse aufgeschüttet wird. Je nach der Menge des eingeschütteten Kryptols kann der Widerstand größer oder kleiner gewählt werden. Durch eine längs der Rinne an einer Messingschiene mm verschiebbare Kohlelektrode S (Fig. 3) kann auch ein beliebiger Teil der Rinne eingeschaltet werden, so daß der Widerstand innerhalb weiter Grenzen veränderlich ist. Bei dem für die im nachfolgenden beschriebenen Versuche verwendeten Kryptolwiderstand hatte die Rinne eine Länge von 700 mm und eine Breite von 64 mm. Entsprechend der für die Versuche

verwendeten Spannung kann die Mischung und Korngröße des Kryptols geändert werden; bei dem beschriebenen Versuche ist solches für 110 Volt benutzt worden.

Der Nachweis des Spannungsabfalles längs eines Leiters (Fig. 2) bietet bei höherer Spannung und bei Anwendung von Drahtwiderständen stets einige Schwierigkeiten, meistens sind die Anordnungen auch wenig übersichtlich und daher für Demonstrationen in vielen Fällen recht wenig geeignet. Für diesen Zweck ist der Kryptolwiderstand, auch bei Spannungsdifferenzen bis 250 Volt, recht zweckmäßig. Die an den beiden Enden der Rinne liegenden Kohleelektroden K_1 und K_2 werden an eine Spannungsdifferenz etwa von 110 Volt angeschlossen.

Als Hilfelektroden h_1 und h_2 , zwischen denen ein Spannungsmesser V eingeschaltet wird, verwende ich 5 mm dicke Kohlestifte. Das Kryptol wird vor dem Versuche möglichst gleichmäßig zwischen den Elektroden in die Rinne geschüttet und mittels eines Brettchens oder Glasstreifens so verteilt, daß die Schichtdicke überall gleich ist. Taucht man dann die Kohleelektroden in die

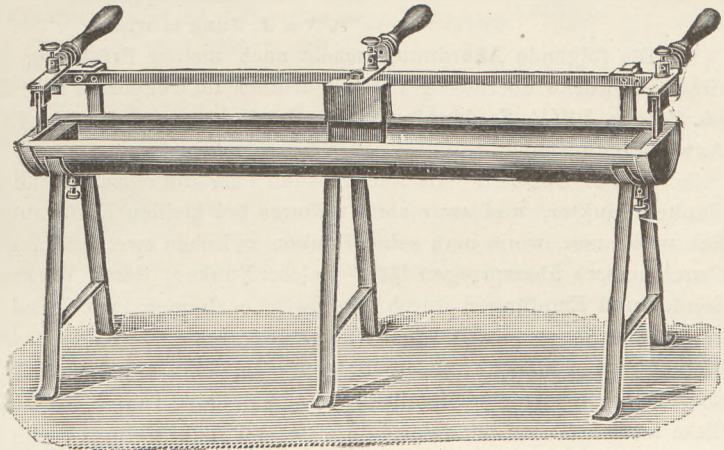


Fig. 1.

Kryptolmasse ein, so zeigt der Spannungsmesser V die Spannungsdifferenz zwischen den Hilfelektroden. Beim Versetzen der Hilfelektroden werden diese vorsichtig aus der Kryptolmasse gehoben und an einer anderen Stelle eingesetzt. Man kann auf diese Weise sehr bequem zeigen, daß der Spannungsabfall mit dem Abstände zwischen den Hilfelektroden gleichmäßig zunimmt. Für die Demonstrationen verwende ich bei 110 Volt Klemmenspannung eine Stromstärke von 2–4 Amp. im Kryptolwiderstande. Dabei muß das Kryptol lose aufgeschüttet werden, auch muß man beim Schichten jedes Zusammendrücken der Masse vermeiden. Durch Zusammendrücken der Kryptolmasse wird der elektrische Widerstand erheblich verkleinert.

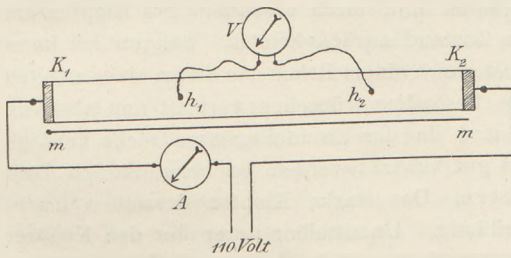


Fig. 2.

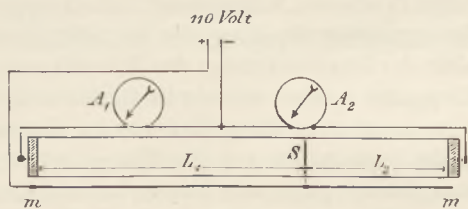


Fig. 3.

Auch zum Nachweise des Gesetzes der Stromverzweigung (Fig. 3) scheint mir der Kryptolwiderstand bei Anwendung einer Spannung von 110 Volt sehr geeignet zu sein. Schichtet man das Kryptol in der Rinne möglichst gleichmäßig auf, und taucht man in die Masse eine dünne Kohleplatte S oder ein dünnes Metallblech, das mit dem einen Pole der Stromquelle verbunden ist, während jedes der beiden Enden des Widerstandes durch einen Strommesser mit dem anderen Pole der Stromquelle verbunden ist, so läßt sich leicht zeigen, daß bei sorgfältiger und gleichmäßiger Schichtung des Widerstandsmaterials die Stromstärken in den beiden Stromzweigen den Abständen L_1 und L_2 verkehrt proportional sind.

Im übrigen eignet sich das Kryptol sehr gut als Widerstandsmaterial in allen solchen Fällen, wo es auf eine durchaus konstante Stromstärke nicht ankommt. Die Menge des zwischen den Kohleelektroden aufgeschichteten Kryptols wird der Stromstärke entsprechend gewählt.

Hauptsächlich wird das Kryptol für Heizapparate und Verbrennungsöfen verwendet, ferner für Bäder zum Kochen in Abdampfschalen, für Trockenschränke und für Muffel- und Tiegelöfen. Die Kryptolapparate werden von der Kryptol-Gesellschaft in Bremen und in Berlin, NW 7, geliefert.

Zur Funkentelegraphie.

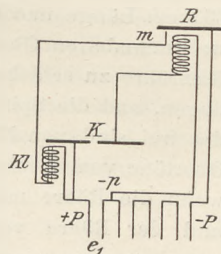
Von **J. Jung** in Wien.

Die folgende Anordnung macht nach meiner Erfahrung jeden kostspieligen Apparat für Schulzwecke überflüssig und bleibt doch im Gegensatz zu dem Verfahren Dr. ROSENBERGS (*ds. Zeitschr. XVIII, S. 354*) hinsichtlich des Kohärrers und seiner Erschütterung den wirklichen Anwendungen näher.

1. Der Sender. Als solcher kann eine Influenzmaschine benützt werden, ebenso ein Funkeninduktor, und zwar ohne weiteres bei kleinen Entfernungen; er wird aber bekanntlich wirksamer, wenn man seine Funken zwischen zwei mäßig großen Metallkugeln (4–5 cm Durchmesser) überspringen läßt. Solche Funken, deren Wirkung auch bei Trennung von Sender und Empfänger durch ein Zwischenzimmer trotz geschlossener Türen sich äußert, erzielt man auch mittels einer (möglichst großen) Leydenerflasche (oder Batterie mehrerer kleiner), wenn man die äußere Belegung mit dem einen Rühmkorffpol verbindet, der Kugel der Flasche eine kleine Metallkugel gegenüberstellt (an Maßflaschen ohnehin vorhanden) und diese letztere Kugel mit dem andern Pol des Induktoriums verbindet. Auch mit einer kleinen Flasche kann man durch zwei geschlossene Türen hindurch schon hinreichende Wirkungen erzielen, und zwar ohne Fangdraht und Erdung eines Poles, was ja unter Umständen allerdings vorteilhaft sein wird.

2. Der Empfänger. Als Kohärer benutze ich nach GESCHÖSER (*ds. Zeitschr. XV 222*) ein Paar magnetisierter Stricknadeln mit Eisenfeilspänen zwischen ihren benachbarten Enden. Man bohrt in einen zylindrischen Korkstöpsel ein rundes Loch senkrecht zur Korkachse durch deren Mitte; in achsialer Richtung führt man von beiden Enden her die beiden Stricknadeln ein, so daß inmitten des Loches durch Einstreuen von Eisenfeile die einige Millimeter lange (regulierbare) Brücke entsteht. Den Kork trägt die wagrechte Zwinge eines Retortenhalters. Auf die Nadeln sind Klemmschrauben bis nahe den Korkenden aufgeschoben. Am empfindlichsten ist der Empfänger wohl dann, wenn man diesen Kohärer, ein Element und einen (Vertikal-) Multiplikator hintereinander schaltet und durch eigenhändiges Klopfen am Retortenhalter die Eisenfeile in nicht leitenden Zustand zurückversetzt. Bekanntlich kann aber der Zeigerausschlag des Multiplikators selbst gleich einem Relais den Strom eines zweiten Elementes in eine elektrische Glocke schicken. Besonders wünschenswert ist nun aber ein automatisches Erschüttern des Kohärrers, und da der Eisenfeilkohärer recht kräftige Stöße braucht, die von der Klingel selbst nicht gut bewirkt werden, so verwende ich dazu eine Stromspule mit beweglichem Eisenkern. Das starke Klopfen desselben macht meiner Erfahrung nach die Klingel ganz überflüssig. Unmittelbar unter der den Kohärer tragenden Retortenzwinge bringt man die Stromspule an, vielleicht vom Elektromagneten entlehnt, oder den bekannten kleinen Apparat „Stromspule mit Eisenkern“. Diese Spule erhält mittels eines in den Kohärerstromkreis eingeschalteten Relais (Multiplikator oder bequemer Telegraphenrelais) nur dann den Strom von einigen Elementen, wenn infolge Ankunft von Wellen der Kohärer leitend wurde. Der (nicht zu leichte) Eisenkern (etwa ein großer Nagel), der anfangs nur zum Teil in die Spule hineinragte, wird nun heftig aufwärts gerissen und erschüttert unter lautem Klopfen die Retortenzwinge samt dem Kohärer. Um Verluste an Eisenfeile zu ersetzen, kann man in das Loch des Korkes von oben ein mit Eisenfeile gefülltes Röhrchen mit engem unteren Ende bis nahe über der Brücke einschieben. Dieselbe in ein Röhrchen einzuschließen, würde die Regulierung ihrer Länge etwas unbequem machen.

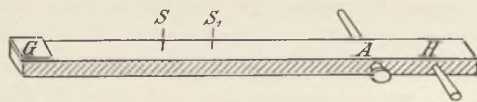
Durch solches Regulieren — auch an der Relaisfeder — kann man erzielen, daß einem ganz kurzen Funkenspringen am Sender ein einziger (Doppel-) Schlag, höchstens zwei Schläge des Klopfers entsprechen, einem längeren Funkenspringen aber eine ganze Anzahl Schläge, und ein miteingeschalteter Morse-Apparat liefert zudem kleine oder lange Punktgruppen. Es ist vorteilhaft, den Kohärer- und den Klopfstrom einer Batterie von (je nach der Stärke) 4—6 Elementen folgendermaßen, wie die Figur zeigt, zu entnehmen: Kohärerstromkreis: Batteriepol (+P) — Kohärer *K* — Elektromagnet des Relais *R* — negativer Pol (—*p*) des ersten (oder zweiten) Batterieelement; Klopfstromkreis: Batteriepol (+P) — Klopfersolenoid *Kl* — Relaiskontakt *m*, Relaishebel — Batteriepol (—P). Dadurch wird das Außerkräfttreten des Kohäriers nach Ankunft von Wellen auch abgesehen von der Klopfwirkung insofern befördert, als ja beim Schließen des Gesamtstromes (am Kontakt *m*) dem vom Anfangselement *e*₁ in den Kohärer geschickten Strom nunmehr der an Widerstand sehr kleine Weg durch die Klopferspule und die übrigen Elemente offensteht, und also hierdurch schon der den Kohärer passierende Stromteil sofort geschwächt werden muß.



Diese Empfangsvorrichtung läßt sich so wie der Sender aus den denkbar einfachsten Bestandteilen vor dem Auditorium zusammenstellen. Andererseits würde es sich verlohnen, vom Mechaniker in geringer Höhe über einem kleinen Grundbrett eine vertikale Stromspule anbringen zu lassen, deren oberes Ende durch einen kleinen Holzblock geschlossen ist mit einer Aushöhlung von oben, in die die Enden der zwei seitlich durch Bohrungen verschiebbaren magnetisierten Stahladeln hineinragen behufs Herstellung der Eisenfeilbrücke. Den Eisenkern der Spule könnte man statt direkt auf dem Grundbrett auch auf einer Glocke aufruh lassen.

Für die Praxis.

Experimentelle Bestätigung der Formel für die lebendige Kraft. Von Dr. F. Niemöller in Emden. Eine Bestätigung der Formel für die lebendige Kraft ergibt sich aus der Beobachtung der Steighöhe $h = \frac{v^2}{2g}$ eines mit der Geschwindigkeit *v* aufwärts geworfenen Körpers. Eine bekannte Geschwindigkeit kann man einem Körper mit annähernder Genauigkeit vermittelt einer Leiste geben, die man an der Handhabe *H* (s. Fig.) um die horizontale Achse *A* nach einem Metronom in der Pfeilrichtung dreht und mit der Gummiplatte *G* gegen ein vorgeschobenes Hindernis schlagen läßt, wenn sie die horizontale Lage erreicht hat; ein lose auf den Stift *S* gesteckter Körper fliegt dann aufwärts. Die von mir benutzte Leiste ist 70 cm lang, 2 cm dick und 3 cm breit, die Entfernung *AH* beträgt 13 cm, der Stift *S* ist 2 cm lang und 32 cm von *A* entfernt, als Versuchskörper dienen 2 Bleizylinder mit achsialer Bohrung von 1 cm bzw. 2 cm Höhe und 20 g bzw. 40 g Gewicht; der besseren Sichtbarkeit halber sind die Zylinder mit weißem Papier umwickelt. Es gelingt nach einiger Übung, der Leiste 2 Umdrehungen in der Sekunde zu erteilen, der auf *S* gesteckte Körper hat dann 4 m Geschwindigkeit und steigt 82 cm hoch. Der von *S*₁ abgeschleuderte Körper hat 46 cm Steighöhe, da die Entfernung *S*₁*A* 24 cm beträgt. Die Beobachtungen stimmen mit der Rechnung annähernd überein. Für die Versuche lassen sich bequem die beiden Stative von DRETELN (diese Zeitschrift VII 274) verwenden.



Akustische Demonstrationsversuche. Von Dr. F. Niemöller in Emden. Die bei der Wasserluftpumpe angewandten Gummischläuche mit eingelegter Drahtspirale geben beim Anblasen eine große Zahl sehr reiner Obertöne. Man kann sich für den Unterricht Röhren, welche dieselbe Eigenschaft zeigen, leicht herstellen, wenn man auf einen Glasstab aus elastischem Messingdraht von 1 bis 1,5 mm Dicke eine Spirale wickelt, dieselbe so weit

auseinander zieht, bis der Abstand der Windungen 3 bis 5 mm beträgt, und sie dann mit mehreren Lagen Schreibpapier möglichst fest umwickelt. Der Glasstab darf erst dann aus der Spirale gezogen werden, wenn das Papier gehörig verklebt ist. Eine Röhre von 21 cm Länge und 6 mm lichter Weite gibt außer dem Grundton 3 Obertöne, bei einer anderen von 33,3 cm Länge und ebenfalls 6 mm Weite ist der Grundton nicht wahrnehmbar, die Zahl der wahrnehmbaren Obertöne beträgt 5. Mit einiger Mühe gelingt es auch, die Spirale in eine Glasröhre zu schieben; man erhält, wenn die Windungen einigermaßen fest an der Glaswand liegen, und die Spirale von einem Ende der Röhre bis zum andern reicht, recht laute Töne, die frei sind von Nebengeräuschen. Mit einer Glasröhre von 78 cm Länge kann man alle Obertöne vom 2. bis zum 14. hervorbringen, der 2. Oberton ist allerdings nur dann deutlich, wenn die Röhre mit Wasser angefeuchtet ist, wodurch die Adhäsion zwischen dem Draht und der Röhre vergrößert wird. Eigentümlicherweise wird die Höhe der Töne nicht geändert, wenn man ein Rohr mit glatter Wandung über die Röhre schiebt und sie dadurch verlängert.

Ein Hilfsmittel für die Optik. Von A. Witting in Dresden. Für mancherlei Zwecke im Unterrichte sehr bequem ist folgende einfache Einrichtung. Man schneide aus Holz vier gerade dreiseitige Prismen; ihr Normalschnitt sei ein gleichschenkelig-rechtwinkliges Dreieck und die Hypotenusenfläche ein Quadrat von 5 bis 10 cm Kantenlänge. Zum bequemen Aufbewahren können demnach die vier Prismen eines Satzes zu einem Würfel zusammengestellt werden. Nun schneidet man vier quadratische Spiegel, deren Seiten etwa $\frac{1}{2}$ cm kleiner sind als jene Kanten, und befestigt sie einfach mit einigen Nägeln, die man dicht am Glasrande ins Holz schlägt, und deren Köpfe etwas über den Glasrand hinübergreifen. Man kann mit den vier Prismen z. B. in wenig Augenblicken auf einem Holzbrett ein Telestereoskop zusammenstellen.

Der Nachweis kleiner Wassermengen. Von Dr. F. Scriba, Darmstadt. Bei manchen chemischen Versuchen, wie z. B. der Entwässerung eines Salzes, etwa des Kupfervitriols, der Verbrennung des Wasserstoffs, des Schwefelwasserstoffs, des Leuchtgases, bei der Desoxydation des Kupferoxyds durch Wasserstoff, tritt als wesentliches Produkt Wasser auf, ohne daß es in der Regel möglich wäre, die kleinen Mengen, die sich auf einem kalten Gegenstand kondensieren, auf größere Entfernung sichtbar zu machen. Läßt man die Glas- oder Metallplatte, auf der sich die Tröpfchen befinden, zirkulieren, so sind sie meistens zu bald wieder verdunstet. Auf folgende einfache Art läßt sich in allen diesen Fällen auch die kleinste Wassermenge weithin zeigen. Mit einer Lösung von Ferro-Ammoniumsulfat (etwa 1 g in 20 ccm destilliertem Wasser) tränkt man einige 3—4 cm breite Streifen von glattem, dünnem Papier, am besten weißem Seidenpapier, trocknet sie an der Luft und hebt sie in verschlossenem Glas auf. Obwohl die anfangs farblosen Streifen sich allmählich etwas gelb färben, bleiben sie doch sehr lange brauchbar. In einer Schachtel bewahrt man einige Gramm möglichst fein gepulvertes rotes Blutlaugensalz nebst einem kleinen Wattebausch auf. Vor dem Gebrauch wird der Papierstreifen auf beiden Seiten mit dem Pulver gut eingerieben, so daß er deutlich gelb erscheint. Es ist besser, ihn in diesem Zustand nicht längere Zeit offen liegen zu lassen. Jetzt erzeugt der kleinste Wassertropfen auf dem Papier einen tiefblauen Flecken. Eine behauchte Glasplatte, mit dem Papier abgewischt, bläut es sofort stark; Wasserdampf, der aus einer engen Öffnung ausströmt, wie es bei der Reduktion von Kupferoxyd meist geschieht, bewirkt starke Bläuung, wenn der Streifen auf einer kalten Platte, am besten aus Metall, in den Dampf gehalten wird. — Zur Einführung wird man natürlich den Schülern zuerst die gegenseitige Einwirkung der beiden Stoffe, deren chemische Zusammensetzung wohl kaum zu berücksichtigen ist, in Lösung vorführen und auf die Notwendigkeit des Lösungsmittels, des Wassers, für die Reaktion hinweisen. Da beim Zusammentreffen der trockenen Stoffe keine Veränderung eintritt, so zeigt das nachträgliche Eintreten der Blaufärbung das Hinzutreten von Wasser an.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein Apparat zur Demonstration der Fliehkraftgesetze. In den *Vierteljahrsberichten des Wiener Vereins zur Förd. des chem. u. physik. Unterrichts X 4 (1905)* hat Prof. Dr. KARL BRUNO einen Aufsatz veröffentlicht über „Die Grundlagen der Bewegungslehre, dargestellt an neuen Versuchen über die Fliehkraftgesetze“. Der hierfür benutzte Apparat ist folgendermaßen eingerichtet. Ein zylindrisches Hohlgefäß mit breitem Rande (Fig. 1) ist um zwei von seinem Rande abstehende lotrechte Achsenzapfen drehbar und durch einen elastischen Deckel fest verschlossen. Der obere Achsenzapfen ist durchbohrt, so daß die oben aufgesetzte Glasröhre mit dem Innenraum des Gefäßes in Verbindung steht. Das ganze Innere ist fast bis zum oberen Ende der Glasröhre mit einer Flüssigkeit gefüllt. An dem elastischen Deckel ist eine ihrer ganzen Länge nach aufgeschlitzte Röhre befestigt, und auf dieser ist ein kurzer röhrenförmiger Schlitten *s* verschiebbar, der sich mit einer innen befindlichen Rolle auf eine wagerechte Stahlschiene stützt, die ihrerseits an dem Rande des Gefäßes befestigt ist. Ein Schnitt senkrecht zur Ebene der Zeichnung ist rechts neben Fig. 1 dargestellt; in der Fig. 2 und 3 ist der röhrenförmige Teil des Schlittens weggelassen.

An drei Stellen der geschlitzten Röhre, die von der Achse um 6, 12 und 18 cm entfernt sind, kann der Schlitten *s* durch eine kurze Drehung nach Art eines Bajonettverschlusses festgestellt werden. Auf der äußeren Mantelfläche des Schlittens sind Nuten vorgesehen, an denen man ringförmige Körper *m*, die an ihrer inneren Mantelfläche mit passenden Warzen versehen sind, befestigen kann.

Zieht man mit der Hand bei *l*, Fig. 4, an dem Körper des Gefäßes, so ändert die Flüssigkeit in der Röhre ihren Stand nicht, zieht man aber an der geschlitzten Röhre, so sinkt die Flüssigkeit, weil der elastische Deckel etwas nachgibt und dadurch der Innenraum vergrößert wird. Die Größe dieses Zuges kann an der daneben befindlichen Einteilung abgelesen werden, deren Teilung bis 900 g die Beobachtung der Vielfachen von 100 g gestattet. Daß diese Einteilung richtig gemacht ist, davon überzeugt man sich leicht durch Versuche mit Schnur und Rolle. Um nun zu erreichen, daß bei der Rotation des Apparats die entstehenden Fliehkkräfte sich gegenseitig aufheben, hat man dem elastischen Deckel eine becherförmige Vertiefung gegeben, durch die der Innenraum des Gefäßes bis auf eine schmale Zwischenschicht ausgefüllt wird. Dadurch ist im Innern dieser becherförmigen Vertiefung für die Anbringung eines passenden Gegengewichtes *g* (Fig. 1) der nötige Platz gewonnen. Dieses Gegengewicht ist mit einer Schraubenspindel fest verbunden, die von einer scherenartigen, gefederten Schraubenmutter der nötigen Sperrung der Schraubenmutter das Gegengewicht rasch an den richtigen Platz schieben und nach der Zusammenklappung der Schraubenmutter mittels der Schraube fein einstellen. Dies ist für die äußerste Stellung des Schlittens schon von vornherein geschehen. Schiebt man den Schlitten in die Stellungen 12 und 6 cm von der Achse, so muß man den Ausgleichskörper *g* passend verschieben. Dies

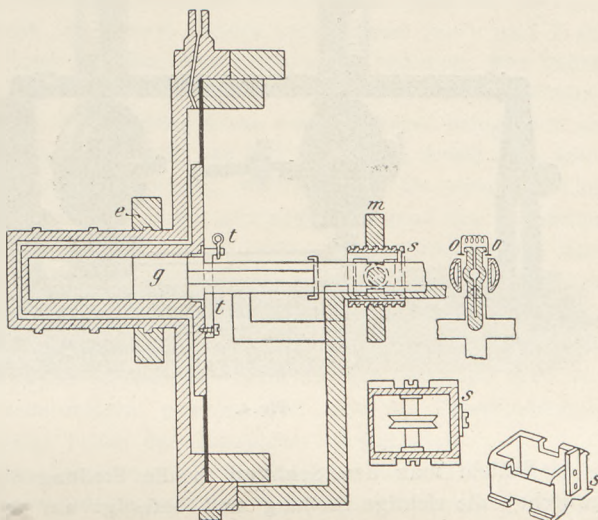


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4, an dem Körper des Gefäßes, so ändert die Flüssigkeit in der Röhre ihren Stand nicht, zieht man aber an der geschlitzten Röhre, so sinkt die Flüssigkeit, weil der elastische Deckel etwas nachgibt und dadurch der Innenraum vergrößert wird. Die Größe dieses Zuges kann an der daneben befindlichen Einteilung abgelesen werden, deren Teilung bis 900 g die Beobachtung der Vielfachen von 100 g gestattet. Daß diese Einteilung richtig gemacht ist, davon überzeugt man sich leicht durch Versuche mit Schnur und Rolle. Um nun zu erreichen, daß bei der Rotation des Apparats die entstehenden Fliehkkräfte sich gegenseitig aufheben, hat man dem elastischen Deckel eine becherförmige Vertiefung gegeben, durch die der Innenraum des Gefäßes bis auf eine schmale Zwischenschicht ausgefüllt wird. Dadurch ist im Innern dieser becherförmigen Vertiefung für die Anbringung eines passenden Gegengewichtes *g* (Fig. 1) der nötige Platz gewonnen. Dieses Gegengewicht ist mit einer Schraubenspindel fest verbunden, die von einer scherenartigen, gefederten Schraubenmutter der nötigen Sperrung der Schraubenmutter das Gegengewicht rasch an den richtigen Platz schieben und nach der Zusammenklappung der Schraubenmutter mittels der Schraube fein einstellen. Dies ist für die äußerste Stellung des Schlittens schon von vornherein geschehen. Schiebt man den Schlitten in die Stellungen 12 und 6 cm von der Achse, so muß man den Ausgleichskörper *g* passend verschieben. Dies

ist immer leicht möglich, weil die Millimeterteilung am Rande des Schlitzes und die Teilung des Schraubenkopfes die einmal ausprobierten Stellungen nach den an der Vorrichtung angebrachten Aufzeichnungen immer wieder sofort auffinden läßt.

Auf einer zweiten, ebenfalls lotrechten Achse ist ein ähnliches Gefäß drehbar angebracht (in Fig. 4 mit 2 bezeichnet), an dessen Deckel aber einfach ein voller zylindrischer Körper angesetzt ist, der bei der Rotation des Gefäßes einen zentrifugalen Zug ausübt und infolgedessen die Flüssigkeit in dem aufgesetzten Rohr zum Sinken bringt. Die Achse dieses Gefäßes ist mit der des ersten durch einen Schnurlauf verbunden, so daß beide gleichzeitig in

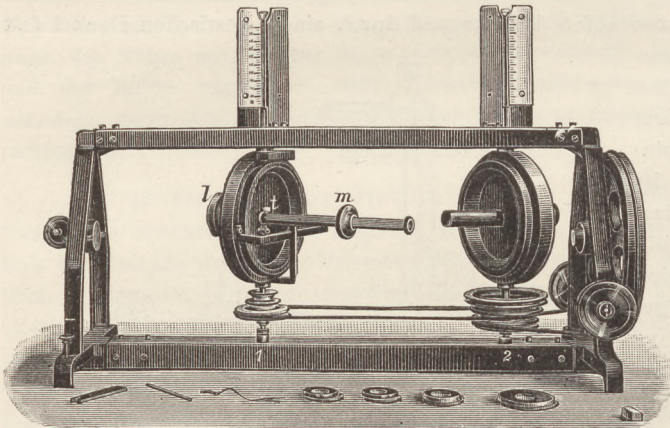


Fig. 4.

Umdrehung versetzt werden können, und zwar erzielt man je nach Lage des Schnurlaufs, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit des ersten Gefäßes gleich, doppelt oder dreimal so groß ist als die des zweiten. Man dreht bei allen Versuchen so, daß die Flüssigkeit in der zweiten Röhre bis zu einer angebrachten Marke sinkt. Dann hat diese Achse jedesmal dieselbe Umlaufszeit, und man braucht deshalb zur Vergleichung der Versuche untereinander keine Zeitbeobachtung zu machen.

Schiebt man den Schlitten in die Stellung 6 cm von der Achse, gibt dem Gegengewicht g die richtige Stellung und befestigt auf dem Schlitten einen von den drei beigegebenen übereinstimmenden Messingkörpern m , die je aus zwei gleichen Ringen bestehen, so zeigt sich an der Senkung der Flüssigkeit in der ersten Röhre, daß die beim Drehen auftretende Fliehkraft für jeden Körper gerade gleich 100 g ist. Bringt man nun auf dem Schlitten zwei Messingkörper nebeneinander an, so zeigt sich beim Drehen eine Fliehkraft von 200 g, befestigt man auf dem Schlitten alle drei Körper nebeneinander, so erhält man eine Fliehkraft von 300 g.

Man bringt ferner einen Messingkörper m auf den Schlitten und schiebt den Schlitten in die Stellung 12 cm von der Achse. Man weiß nun aus der Formel für die Fliehkraftbeschleunigung, daß diese jetzt doppelt so groß ist als beim früheren Versuch. Beim Drehen beobachtet man in der Tat die Kraft 200 g, und wenn man für den Schlitten die Stellung 18 cm von der Achse wählt, in entsprechender Weise die Kraft 300 g.

Überdies kann man die Richtigkeit der durch Überlegung gewonnenen Formel für die Fliehkraftbeschleunigung auch hinsichtlich der Umlaufszeit prüfen. Man bringt hierzu den Schlitten wieder in die Stellung 6 cm von der Achse und verwendet den zweiten Schnurlauf. Dreht man jetzt die erste Achse zweimal langsam um, so vollführt die zweite Achse gerade eine Umdrehung. Beim Drehen mit der gehörigen Geschwindigkeit sieht man an der Senkung der Flüssigkeit, daß jetzt die Fliehkraft 400 g beträgt. Verwendet man den dritten Schnurlauf, so dreht sich die erste Achse dreimal so schnell als die zweite, und man findet beim Versuch als Fliehkraft 900 g, wodurch das Fliehkraftgesetz vollinhaltlich bestätigt wird. Bei diesen letzteren Versuchen wäre die Fliehkraft des Messingkörpers m für das ruhige Vorgehen des Versuches durch die Erregung einer schüttelnden Bewegung schon sehr störend, darum ist noch ein Messingring l (Fig. 4) beigegeben, den man auf das Gefäß aufschieben und in drei Lagen an passenden Warzen durch eine Drehung feststellen kann. Damit kann man bei allen angeführten Versuchen die Fliehkräfte der Messingkörper m vollständig aufheben, so daß die Vorrichtung einen vollkommen ruhigen Gang hat.

Bringt man einen Aluminiumkörper, der mit dem Messingkörper in der Gestalt übereinstimmt, auf den Schlitten und verwendet beim Drehen wieder den ersten Schnurlauf, so findet man, daß jetzt die Fliehkraft ungefähr nur ein Drittel von 100 g ist. Stellt man denselben Versuch mit einem zweiten entsprechend größeren Aluminiumkörper an, so findet man, daß hierbei wieder die Fliehkraft gleich 100 g ist; dieser zweite Aluminiumkörper hat also dieselbe Trägheitsmasse wie der Messingkörper.

Endlich kann man auf Grund dieser Versuche auch noch die Beschleunigung beim freien Fall berechnen. Die Masse des Messingkörpers beträgt 46,017 g. Dieser Masse erteilt die Kraft 100 g eine Beschleunigung $\gamma = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$. Man kann also mit Hilfe des soeben bewiesenen dynamischen Grundgesetzes ausrechnen, wie groß die Beschleunigung ist, die eine Kraft von 46,017 g derselben Masse erteilt. Zu diesem Behufe braucht man nur r und T zu beobachten. r ist an der Teilung am Rande des Schlitzes unmittelbar abzulesen. Man findet $r = 6$ cm. Die Umlaufszeit kann man sehr leicht beobachten, wenn man den dritten Schnurlauf verwendet, den Messingkörper m in die Stellung 6 cm von der Achse bringt und so langsam dreht, daß die Fliehkraft 100 g beträgt. Jetzt hat also die zweite Achse eine dreimal so große Umlaufszeit als bei den früheren Versuchen, während sich die erste Achse in der zu beobachtenden Umlaufszeit einmal umdreht. Setzt man zugleich irgend eine Sekunden schlagende Vorrichtung, z. B. ein Metronom, in Gang, so bemerkt man unmittelbar, daß sich die zweite Achse in jeder Sekunde einmal umdreht, also ist die Umlaufszeit der ersten Achse gleich $\frac{1}{3}$ Sekunde. Rechnet man jetzt die Fallbeschleunigung aus, so findet man 981 cm/sec^{-2} .

Für das gute Gelingen der Versuche ist es wichtig, vorher die beiden Glasröhren gut mit Benzin auszuwaschen und mit Filtrierpapier zu trocken, damit die der Glaswand etwa anhaftenden eingetrockneten Flüssigkeitsteile entfernt werden, weil sonst die Verschiedenheit der Kapillarelevation in den verschiedenen Teilen der Glasröhren störend wirkt.

Der Grundgedanke der Vorrichtung kann auch zur Konstruktion eines Umlaufszählers dienen; die Beschreibung eines solchen wird im nächsten Heft dieser Zeitschrift erfolgen.

Nach der Absicht des Verfassers sollen die beschriebenen Versuche dazu dienen, in die Grundlagen der Bewegungslehre, und zwar in die Beziehungen zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung einzuführen. Die Versuche mit den drei Messingkörpern m sollen dartun, „daß die Trägheitsmasse der einzelnen Körper bei ihrer Aneinanderfügung unverändert bleibt, daß also die Trägheitsmasse eines Körpers von seiner Umgebung unabhängig ist“. Die dann folgenden Versuche sollen vermöge der Formel $\gamma = 4\pi^2 r/T^2$ erweisen, „daß bei demselben Körper die Kraft zu der von ihr an diesem erzeugten Beschleunigung in geradem Verhältnisse steht“. Wir glauben nicht, daß die Einführung durch die Wahl dieses Weges erleichtert wird; denn die Fliehkrafterscheinungen gehören an sich zu den schwierigsten Partien in dem System der Newtonschen Mechanik, bei denen es mehr darauf ankommt, daß man sie mit den Prinzipien dieser Mechanik in Einklang bringt, als daß man die Prinzipien selbst darauf gründet. Aber auch unabhängig von dieser Verwendung behalten die Versuche als exaktmessende Versuche ihren Wert für den Unterricht. P.

Vorlesungsversuche zur Bestimmung des Verhältnisses der Lichtgeschwindigkeit in Luft und in anderen brechenden Substanzen. Von E. GRIMSEHL (*Physikal. Zeitschr.* 1906, No. 13). Durch folgenden einfachen Versuch wird das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeiten ganz unabhängig von der Brechung des Lichtes, also ohne Voraussetzung des Huyghensschen Prinzips, bestimmt. Erzeugt man durch ein Beugungsgitter, dessen Gitterkonstante d ist, auf einem in dem Abstände a aufgestellten Schirme Beugungstreifen, die den Abstand δ voneinander haben, so besteht zwischen den drei Größen d , a und δ und der Wellenlänge λ des benutzten Lichtes die Gleichung

$$\lambda = \frac{d \cdot \delta}{a}, \dots \dots \dots 1)$$

wenn die Beugungstreifen nahe beieinander liegen. Da ferner $c = n \cdot \lambda$, so folgt, daß das Licht derselben Farbe, also von einer ganz bestimmten Schwingungszahl, seine Wellenlänge

proportional mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit ändert, wenn es von einem optischen Medium in ein anderes tritt. Es besteht demnach bei zwei verschiedenen Medien die Proportion

$$\lambda_1 : \lambda_2 = c_1 : c_2 \dots \dots \dots 2)$$

Erzeugt man mit demselben Gitter unter Benutzung desselben Lichtes auf demselben Schirm in unverändertem Abstände Beugungsstreifen, indem man einmal zwischen Gitter und Schirm Luft, das andere Mal Wasser, Glas oder irgend ein anderes durchsichtiges Medium bringt, so ist der Abstand δ der Beugungsstreifen, gemäß Gleichung 1), mit der Lichtwellenlänge proportional. Aus 1) und 2) folgt somit:

$$c_1 : c_2 = \delta_1 : \delta_2 \dots \dots \dots 3)$$

Die Lichtgeschwindigkeiten sind also den Abständen der Beugungsstreifen proportional. Zur Demonstration dieser Tatsache, also auch zur Messung des Verhältnisses der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, dient folgende Versuchsanordnung (Fig. 1). Ein parallelepipedischer, oben offener Blechkasten K von 1 m Länge und 15 cm Höhe, der an seinen kürzeren Seitenflächen von ebenen Spiegelglasplatten begrenzt ist, wird auf zwei Holzklötzen so auf-

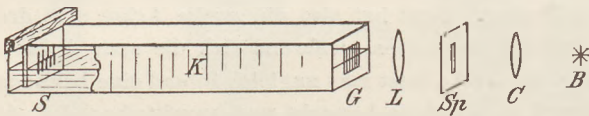


Fig. 1.

gestellt, daß die Mitte des Kastens in gleicher Höhe mit der Kondensorlinse C einer elektrischen Bogenlampe B steht. Unmittelbar vor der einen Spiegelglasplatte wird das Beugungsgitter G auf-

gestellt (dessen Gitterkonstante d annähernd 0,05 mm beträgt). Zwischen Bogenlampe und Gitter kommt der Beleuchtungsspalt Sp und die Objektivlinse L . Letztere wird so aufgestellt, daß sie (ohne Gitter) ein scharfes Bild des Beleuchtungsspaltes auf einem durchscheinenden Schirme S erzeugt, der unmittelbar vor der entfernteren Spiegelglasplatte steht. Besser noch ist es, wenn eine matte Glasplatte, die in eine Leiste eingeklemmt ist und mit dieser Leiste auf den Rändern des Kastens ruht, bis an die linke Spiegelglasplatte dicht herangeschoben wird. Man kann dann den Abstand des matten Schirmes vom Gitter beliebig regeln und hat im oberen Teile des Schirmes zwischen Gitter und Schirm Luft, im unteren Wasser, wenn der Kasten bis zu halber Höhe mit Wasser gefüllt ist. Hat man ein scharfes Bild des Spaltes auf dem Schirm bei leerem Kasten erzeugt und füllt man dann den Kasten bis zur Hälfte mit Wasser, so wird das Spaltbild aus später zu besprechenden Gründen unscharf. Man verschiebt die Objektivlinse nun so, bis die Schärfe des Spaltbildes oben und unten möglichst gleich ist, d. h. bis das Spaltbild oben und unten gleich breit erscheint. Stellt man nun vor der Eintrittseite des Lichtes das Gitter G in dem Strahlengange auf, so entstehen auf dem durchscheinenden Schirme oder auf der matten Glasplatte zwei Systeme von Beugungsstreifen, von denen das obere von den Lichtwellen herrührt, die durch Luft gegangen sind, das untere von denen, die durch Wasser gegangen sind. Während nun die mittleren Streifen beider Systeme genau übereinander liegen, sind die übrigen gegeneinander verschoben, und zwar kommen auf drei Beugungsstreifen in Luft vier Beugungsstreifen in Wasser. Es fällt, von der Mitte aus gerechnet, der dritte Beugungsstreifen in Luft mit dem vierten Beugungsstreifen in Wasser zusammen.

Bei Benutzung von weißem Lichte sind die Verhältnisse schon gut zu beobachten, doch stören naturgemäß die hier auftretenden Farben, so daß ein Abzählen der Streifen erschwert ist. Schaltet man aber irgendwo in den Strahlengang eine rote Glasplatte ein, so kann man zu beiden Seiten des mittleren Streifens 6–8 Beugungsstreifen deutlich erkennen. In der Figur sind der Deutlichkeit halber unten nur fünf, oben vier gezeichnet. Führt man mit derselben Anordnung unter Benutzung von absolut monochromatischem Lichte oder unter Benutzung einer Quecksilberbogenlampe, die nur einzelne helle Linien im Spektrum zeigt, genau messende Versuche aus, die dann natürlich nicht zur objektiven Darstellung geeignet sind, so ergibt sich das den einzelnen Teilen des Spektrums zukommende verschiedene Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten für die verschiedenen Teile des Spektrums in auffallender Weise.

Bei Benutzung der zuerst beschriebenen Versuchsanordnung ist die objektive Vorführung für einen größeren Zuschauerkreis als Vorlesungsversuch am besten geeignet. Ganz besonders auch ist die Verwendung einer roten Glasplatte zu empfehlen, weil von den im Handel vorkommenden gefärbten Glasplatten nur diese einen genügend schmalen Teil des Spektrums mit genügend großer Helligkeit hindurchlassen.

Bei Verwendung engerer Gitter treten die Beugungstreifen weiter auseinander. Man braucht dann keinen Kasten von so großer Länge, aber die Streifen nehmen dann bekanntlich nach der Seite hin rasch an Helligkeit ab.

Um den Versuch auch mit Glas anzustellen, ist man auf geringere Längen beschränkt. Man benutzt dann ein Rowlandsches Gitter, muß aber nun den Abstand des ersten seitlichen Streifens vom mittleren an einem Maßstabe messen. Das setzt die Anwendung eines mit einer Teilung versehenen durchscheinenden Schirmes voraus. Die Versuchsanordnung ist unter Fortlassung von Lichtquelle, Beleuchtungsspalt und Objektivlinse in Fig. 2 dargestellt. Es wird ein Glaswürfel *G* von 5 cm Kantenlänge aufgestellt; auf einem kleinen Holzklötz steht ein Rowlandsches Gitter *R* unmittelbar an der einen Seitenfläche in solcher Höhe, daß das Gitter zur Hälfte über den Glaswürfel hinausragt. An der gegenüberliegenden Seitenfläche des Würfels ist ein mit einer Millimeterteilung versehener durchscheinender Schirm *S* federnd angedrückt. Jetzt sieht man bei Darstellung des Beugungsbildes die mittleren hellen Streifen in Luft und Glas unmittelbar übereinander; daneben aber erscheinen die ersten Spektren in Luft und Glas in ungleichem Abstände. Bei Zwischenschaltung einer roten Glasplatte entstehen rote Streifen, deren Abstände vom mittleren Streifen sich in Luft und Glas wie 3:2 verhalten.

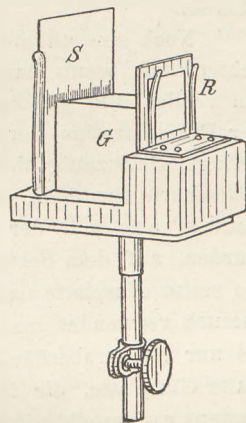


Fig. 2.

Als Demonstrationsversuch ist der erste Versuch mit dem Wasserkasten und dem weiteren Gitter deshalb vorzuziehen, weil man eine größere Zahl von Beugungstreifen gleichzeitig objektiv beobachten kann, und weil man außerdem die in dem Wasserkasten hängende matte Glasscheibe innerhalb des Wasserkastens beliebig verschieben, also den Abstand zwischen Gitter und Schirm beliebig verändern kann, ohne daß dadurch das Verhältnis der Streifenabstände, also auch der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, geändert wird. Man braucht, wenn wie hier mehrere Streifen auftreten, die Streifenabstände nicht zu messen, sondern kann die Anzahl einfach abzählen.

Mit demselben Wasserkasten kann man nun leicht zeigen, daß das Brechungsverhältnis in Luft und Wasser ebenfalls 4:3 ist, wenn man folgende Versuchsanordnung trifft. An die Stelle des Gitters kommt unmittelbar vor die rechte Spiegelglasplatte des Wasserkastens eine Blende mit einem etwa 1 mm breiten Spalt *Sp*. Etwa 40 cm vor dem Wasserkasten eine Blende *B'* aufgestellt, die mit einer größeren Anzahl, z. B. neun, parallelen Spalten von je 0,3 mm Breite versehen ist. Diese Spalte haben voneinander den Abstand von 4 mm. Auf die linke Seite des Wasserkastens kommt wieder der durchscheinende Schirm *SS'*, oder es wird die matte Glasplatte an beliebiger Stelle in den Wasserkasten hineingehängt. Beleuchtet man nun die Blende mit den Spalten durch eine starke Lichtquelle, deren Strahlen man passend, ev. mit Hilfe einer Zylinderlinse so konvergent macht, daß sie sich annähernd in dem am Wasserkasten befindlichen Spalt vereinigen, um möglichst helles Licht zu bekommen, so treten in den Wasserkasten neun getrennte Strahlenbündel ein, gehen teilweise in Luft, teilweise in Wasser weiter, und es erscheinen auf dem durchscheinenden Schirm oben und unten neun Streifen. (In Figur 3, die die Anordnung schematisch im Grundriß darstellt, ist nur das mittlere Strahlenbündel *MOC* und ein seitliches Strahlenbündel *DOA* bzw. *DOB* gezeichnet, von denen *DOA* in Luft und *DOB* in Wasser verläuft.) Durch passende Veränderung der Stellung erreicht man, daß die mittleren Streifen oben und unten unmittelbar übereinander fallen. Es liegen auch jetzt wieder die oberen

Streifen, herrührend von den durch Luft gehenden Strahlen, weiter auseinander als die unteren Streifen, die von den durch das Wasser gehenden Strahlenbündeln erzeugt werden. Es kommen, wieder vom mittleren Streifen aus gerechnet, auf drei Streifen in Luft vier Streifen in Wasser. Es ist leicht zu sehen, daß in diesem Falle das Verhältnis der Tangenten



Fig. 3.

des Einfallswinkels α und des Brechungswinkels β durch das Verhältnis 4:3 ausgedrückt wird.

Es ist nämlich $\text{tg } \alpha = \frac{CA}{OC}$, $\text{tg } \beta = \frac{CB}{OC}$, also $\text{tg } \alpha : \text{tg } \beta = CA : CB$. Bei

der Kleinheit der benutzten Winkel kann man aber statt der Tangenten auch die Sinus der Winkel setzen. Es stimmt also das durch diesen Versuch hergeleitete Brechungsverhältnis mit dem reziproken Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in Luft und Wasser überein.

Noch eine andere hiermit zusammenhängende Demonstration ist lehrreich. Man beobachtet, daß, wenn man von irgend einem leuchtenden Objekte mit Hilfe einer Konvexlinse ein reelles Bild gleichzeitig in Luft und in Wasser herstellen will, also z. B. so, wie es bei der Demonstration der Beugungserscheinungen im ersten Versuch erforderlich ist, es nicht gelingt, gleichzeitig oben und unten ein vollkommen scharfes Bild zu erzeugen. Hat man das scharfe Spaltbild, besser noch das Bild irgend eines andern, scharf begrenzten Gegenstandes, also z. B. der beleuchteten Spalte, wie sie bei den letzten Versuchen gebraucht wurden, auf dem Schirm im Wasser erzeugt, so ist das Bild in Luft unscharf. Man muß die matte Glasplatte nach der Eintrittseite des Lichtes zu verschieben. Zum Demonstrationsversuch verwendet man am besten eine matte Glasplatte, die nur bis zur Hälfte, also nur bis zur Wasseroberfläche im Kasten hängend, in das Wasser hineinragt, und eine zweite matte Glasplatte, die in einem niedrigen Fuß im unteren, mit Wasser gefüllten Teil des Kastens aufgestellt wird. Hat man die beiden Schirme so verschoben, daß auf beiden gleichzeitig ein möglichst scharfes Bild erzeugt wird, so ist das Verhältnis der Entfernungen der Schirme von der Eintrittsstelle des Lichtes in den Kasten wiederum das Verhältnis 4:3. Es ist für diesen Versuch einerlei, ob man die das reelle Bild erzeugende Konvexlinse unmittelbar an den Wasserkasten heranstellt oder in größerer Entfernung vor dem Kasten aufgestellt hat. Die Entfernungen sind stets von dem Ende des Kastens und nicht etwa von der Linse aus zu messen. Eine einfache Überlegung zeigt, daß auch hier das Brechungsverhältnis eigentlich durch das Verhältnis der Tangenten von Einfallswinkel und Brechungswinkel bestimmt ist, das man aber bei der Kleinheit des Winkels durch das Verhältnis der Sinus

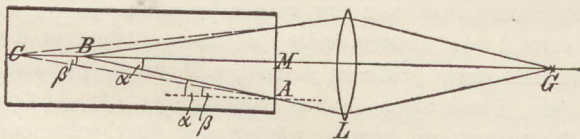


Fig. 4.

ersetzen kann. In Fig. 4 sind die Verhältnisse schematisch im Grundriß dargestellt, wobei noch die Breiten dimensionen der Figur im Vergleich zu den Längendimensionen stark vergrößert gezeichnet sind, damit die Winkel zwischen den Strahlen besser

hervortreten. G ist das leuchtende Objekt, also z. B. ein von rechts her beleuchtetes System von parallelen Spalten. Von den Strahlen, die von der Mitte des Objektes ausgehen, sind nur der mittlere GMC und zwei äußere, z. B. GAC bzw. GAB , gezeichnet, wovon der ausgezogene GAC innerhalb des Kastens in Luft, der gestrichelt gezeichnete GAB innerhalb des Kastens K in Wasser verläuft. Der bei A eintretende Strahl bildet mit dem Einfallslot den Einfallswinkel α , der auch gleich dem Winkel ABM ist, während der Brechungswinkel β durch den im Wasser verlaufenden Strahl und das Einfallslot gebildet wird, also auch gleich dem Winkel ACM ist.

Aus der Figur folgt $\text{tg } \alpha = \frac{AM}{BM}$, $\text{tg } \beta = \frac{AM}{CM}$ und hieraus $\text{tg } \alpha : \text{tg } \beta = CM : BM$. Er-

setzt man bei der Kleinheit der Winkel das Verhältnis der Tangenten durch das Verhältnis der Sinus, und beachtet man, daß bei dem Versuche $CM:BM = 4:3$ ist, so folgt $\sin \alpha : \sin \beta = 4:3$.

Bemerkenswert ist endlich noch, daß die Größe der reellen Bilder in Luft und Wasser trotz ihrer verschiedenen Lage gleich ist.

Man kann endlich besonders aus dem ersten Versuche leicht herleiten, welche Wirkung ein Immersionssystem in bezug auf die auflösende Kraft des Mikroskops hat, indem durch eine solche Immersion die Beugungsstreifen enger zusammengedrängt werden, wodurch bewirkt wird, daß auch bei feineren Objekten die Beugungsbilder noch in das Objektiv des Mikroskops eintreten, wo beim Zwischenmittel Luft das erste Beugungsspektrum schon seitlich neben das Objektiv fällt.

P.

Elektrische Versuche mit einer Tischfläche. Von W. HOLTZ (*Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1906, Heft 2*). Der Verfasser rieb eine polierte Tischfläche mit der Hand, um zu versuchen, ob man die Politurschicht wohl als Kuchen eines Elektrophors benutzen könne. Das Resultat war negativ; dem aufgehobenen Deckel ließ sich kein Funken entlocken, sondern höchstens einem Elektroskop damit eine Ladung erteilen. Bei der Wiederholung fand HOLTZ jedoch etwas anderes, das er gar nicht erwartet hatte. Er sah nämlich allemal, daß das Elektroskop momentan ausschlug, so oft er die Hand über die Tischfläche gleiten ließ, und er sah es auch dann noch ausschlagen, als er es ganz an das Ende des Tisches stellte. Durch jeden Handstrich wurde also so viel Elektrizität erzeugt, daß die Tischfüße diese nicht ebenso schnell auf den Fußboden übertragen konnten, so daß die Platte auf kurze Zeit elektrisch blieb und durch Influenz den fraglichen Ausschlag bewirkte.

Bei abermaliger Wiederholung berührte der Verfasser, während er mit der rechten Hand die Tischfläche rieb, mit der linken den Knopf des Elektroskops. Er erhielt nun einen sehr großen und zugleich bleibenden Ausschlag von positiver Elektrizität, und ladet seitdem das Elektroskop immer auf diesem Wege, da man so demselben leicht ganz nach Belieben eine kleinere oder größere Ladung mitteilen kann, was auf anderem Wege viel schwerer zu erreichen ist. An dieser Ladung aber haben gleichzeitig zwei Umstände Schuld. Erstens leitet der Finger die durch Influenz abgestoßene negative Elektrizität ab, zweitens überträgt er auf das Elektroskop einen Teil der positiven, die, in der rechten Hand durch Reibung erregt, nicht schnell genug in den Fußboden fließen kann. Daß beide Umstände zugleich wirken, zeigte sich darin, daß das Elektroskop auch, aber schwächer geladen wurde, als ein anderer, während man selber rieb, seinen Knopf berührte, und auch geladen wurde, als man es auf einen isolierten Nebentisch stellte und es mit der Linken berührte, während man mit der Rechten die andere Tischfläche rieb.

Auch eine bleibende negative Ladung konnte man dem Elektroskope mitteilen, wenn man, den Fuß mit der Linken fassend, den Knopf an die unpolierte Unterseite der Platte hielt. Diese Methode konnte auch benutzt werden, um zu sehen, wie lange die Platte elektrisch blieb, indem man in diesem Falle nicht während des Reibens, sondern eine oder einige Sekunden später beide kurz einander berühren ließ. Noch zwei Sekunden nach der Reibung nahm das Elektroskop eine schwache Ladung an. Legte man nun ein Papierstück auf den Tisch und auf dieses die linke Hand, während man mit der rechten, wie gewöhnlich, die Tischfläche rieb, so zeigte sich beim Aufheben das Papier positiv elektrisch und besonders stark, wenn die Tischfläche öfter hintereinander gerieben worden war. Als dasselbe Experiment statt des Papieres mit dem Elektrophordeckel wiederholt wurde, konnte man aus diesem beim Aufheben 1–2 cm lange Funken ziehen. Auch Wasser in einem Porzellanteller ließ sich auf gleiche Weise elektrisieren, so daß ein auf dem Wasser schwimmendes Hollunderkügeln nachträglich dem Finger folgte.

Um zu erfahren, ob die durch die Tischfüße dem Boden zufließende Elektrizität wohl durch andere Tischfüße teilweise wieder aufwärts steigen würde, stellte der Verfasser das Elektroskop auf einen zweiten Tisch, der von ersterem 1 m abstand, und ließ, während er

letzteren rieb, eine andere Person den Knopf des Instrumentes berühren. Es konnte wirklich bei jedem Handstrich ein Zucken der Goldblättchen wahrgenommen werden, das ausblieb, als der Nebentisch vom Boden isoliert wurde.

Sind die Tische mit Ölfarbe gestrichen oder nur gehobelt, so sind alle Erscheinungen weniger eklatant, desgleichen wenn sie wie Auditoriumtische mit Gas- und Wasserleitung verbunden sind. Aber selbst dann noch können Elektroskope durch gleichzeitige Berührung des Knopfes während des Reibens leicht geladen werden.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Untersuchungen im Ultrarot. Die Brechungsindices von Wasserstoff, Kohlen- säure und Sauerstoff im Ultrarot hat JOHN KOCH bestimmt (*Ann. d. Physik XVII 658; 1905*). Die Untersuchung erfolgte für die Reststrahlen des Gipses, die nach ASCHKINASS bei $8,69 \mu$ ein scharf ausgeprägtes Maximum besitzen, das allein zur Verwendung kam. Als Strahlungsquelle diente der weißglühende Magnesiastift einer Sauerstoff-Leuchtgasflamme. Die Strahlen wurden an drei Gipsplatten reflektiert und gelangten in einen JAMINSCHEN Interferenzapparat, bei dem die großen Parallelepipeden aus Steinsalz hergestellt waren. Die Strahlen passierten eine Doppelkammer, die aus zwei viereckigen, an einer Seite zusammengelöteten Messingröhren bestand, die an den Enden durch planparallele Steinsalz- platten luftdicht abgeschlossen waren. Die Doppelkammer wurde mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt. Die entstehenden Interferenzlinien wurden durch eine Steinsalzlense auf ein Thermoelement von Eisen-Konstantan-Draht geworfen, das in der Leitung eines du Bois- Rubensschen Galvanometers eingeschaltet war. Zu Beginn der Versuche zeigt das Galvanometer dann einen bestimmten Ausschlag. Wird nun der Druck des Gases in einer der beiden Abteilungen der Doppelkammer langsam geändert, so wandern die Interferenz- fransen über das Thermoelement hin, und die Galvanometernadel beginnt hin und her zu pendeln; die Amplitude betrug 10–20 Skt. Jedesmal, wenn ein heller bzw. ein dunkler Streifen über das Thermoelement fuhr, d. h. wenn die Nadel umkehrte, wurde an einem Manometer der Druck abgelesen. Die Druckdifferenz zwischen zwei aufeinander folgenden Manometerablesungen repräsentierte dann eine Phasenverschiebung von einer ganzen Wellenlänge zwischen den beiden Strahlen, die je eine der beiden Kammern passiert hatten. Die Messungen der Druckänderung Δp wurden auf 0° reduziert. Ist Δn die Δp ent- sprechende Änderung des Brechungsindex, λ die Wellenlänge der Reststrahlen, L die geometrische Länge der Doppelkammer, so ist $\Delta n = \lambda/L = c \Delta p$, wo c eine Konstante ist. Der Brechungsindex eines Gases bei 0° und 760 mm Druck ist dann $n = 1 + c \cdot 760$.

Der Verf. erhielt in dieser Weise für reinen Wasserstoff $n = 1,0001373$, die Dis- persion ist normal. Für Kohlen- säure war $n = 1,0004578$; da hier $n_D = 1,0004512$ gefunden wurde, so ist die Dispersion anomal. Für Sauerstoff war $n = 1,0002661$; die Dispersion scheint normal zu sein. Aus der Dispersion berechnete der Verf. nach einer von DRUDE entwickelten Theorie (*Ann. d. Physik XIV 677 u. 936; 1904*) den Wert von e/m , Ladung: Masse der Elektronen, und fand bei Wasserstoff $e/m = 1,49 \cdot 10^7$.

Die magnetische Drehung der Polarisations- ebene im ultraroten Spektral- gebiet machte L. R. INGERSOLL zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung (*Phil. Mag. XI 41; 1906*). Zuerst betrachtete er das Faradaysche Phänomen und bestimmte die magnetische Drehung in Schwefelkohlenstoff für 30 verschiedene Wellenlängen zwischen $\lambda = 0,58 \mu$ und $4,3 \mu$. Die mit Schwefelkohlenstoff gefüllte Röhre war 4,125 cm lang, die Temperatur betrug 29°C ., die Feldstärke war annähernd gleich 6000 C. G. S.-Einheiten und wurde von einem Strom von 18,7 Amp. erzeugt. Das von einer Nernstlampe kommende Licht wurde durch Reflexion an einer Säule von dünnen Glasplatten polarisiert, ging durch die zwischen den Polen eines Elektromagneten befindliche rotierende Substanz und durch einen Analysator; durch ein Steinsalzprisma wurde es dann in ein Spektrum zerlegt, in das

der Draht eines Bolometers gebracht wurde. Bei einer Drehung der Polarisationssebene veränderte sich die Intensität der austretenden Strahlung, die für die verschiedenen Wellenlängen mit dem Bolometer gemessen wurde. Aus den vom Verf. gegebenen Zahlen und Kurven erkennt man, daß die Drehung der Polarisationssebene mit zunehmender Wellenlänge zuerst rasch, dann immer langsamer abnimmt. Bei etwa $3,5 \mu$ scheint sie ein Minimum zu erreichen, um dann bis $4,3 \mu$ wieder ein wenig zu wachsen. Von den von verschiedenen Forschern aufgestellten Formeln, die die Drehung als Funktion der Wellenlänge ausdrücken, brachte eine von DRUDE angegebene Formel mit einer Modifikation, bei der ein jenseits 8μ auftretender Absorptionsstreifen berücksichtigt wurde, die Beobachtungen des Verf. ziemlich gut zur Darstellung. Daraus ergibt sich, daß ein ultraroter Absorptionsstreifen die Rotationsdispersion ebenso wie die gewöhnliche Dispersion in einem großen Teil des Spektrums beeinflusst.

Zur Beobachtung der Kerrschen Drehung der Polarisationssebene im ultraroten Spektrum wurde das Licht an den Oberflächen kleiner Spiegel der zu untersuchenden Metalle, die an den Enden der Polstücke des Magneten befestigt waren, reflektiert. Um die Wirkung zu verdoppeln und das Strahlenbündel zugleich in eine der ursprünglichen parallele Richtung zu bringen, erfolgte die Reflexion an zwei miteinander verbundenen magnetischen Spiegeln; der Einfallswinkel betrug nur etwa 8° für jeden Spiegel. Im übrigen war die Methode die gleiche, wie vorhin beschrieben. Die untersuchten Substanzen waren gehärteter Stahl, Kobalt, Nickel, Magnetit, Heuslersches Metall und Silber, alle in Form kleiner polierter Plättchen von 6×16 mm und etwa 3 mm Dicke. Silber wurde hinzugefügt, um eine etwaige äußere Ursache der Drehung feststellen zu können. — Die Ergebnisse sind sehr bemerkenswert. Während im sichtbaren Spektrum die Drehung im allgemeinen mit zunehmender Wellenlänge wächst, nimmt sie im ultraroten Gebiet ab. Es bestehen also Maxima der Drehung, die bei Stahl und Kobalt etwas unterhalb 1μ liegen. Bei Nickel ist das Maximum bei $1,4 \mu$. Die für Magnetit gefundenen Werte zeigten wenig Übereinstimmung, im allgemeinen war die Drehung ähnlich der des Stahls. Doch erscheint sowohl bei Nickel wie bei Magnetit die Rotation bei einer bestimmten Wellenlänge zu verschwinden und dann ihr Zeichen zu wechseln. Die Heuslerschen Legierungen zeigten sowohl im sichtbaren wie im ultraroten Gebiet gar keine Drehung; sie muß, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls kleiner sein als $\frac{1}{10}$ der Drehung bei Stahl oder Eisen.

Die vollständigen Rotations-Dispersionskurven, die durch Ergänzung der im sichtbaren Spektrum gewonnenen Beobachtungen ergänzt wurden, zeigen eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit einer typischen Dispersionskurve in der Gegend eines Absorptionsstreifens. Die magnetischen Metalle würden hiernach einen Fall anomaler Rotationsdispersion darstellen ähnlich der in gewissen absorbierenden Lösungen, mit dem Unterschiede, daß die Gegend der Resonanzabsorption, anstatt von sehr begrenzter Ausdehnung zu sein, sich nahezu über das ganze sichtbare Spektrum sowohl als einen kleinen Teil des Ultrarot, beim Stahl sogar in das Ultraviolett hinein erstreckt. Die von den magnetischen Metallen bekannten Brechungsindizes wachsen auch nach dem Rot hin; könnte man sie noch weiter verfolgen, so würde sich vielleicht eine Ähnlichkeit ihrer Änderung mit der der Rotationsdispersion ergeben.

Wie M. STEFANIK mitteilt, läßt sich ein Teil des ultraroten Sonnenspektrums bis zur Wellenlänge 1μ sichtbar machen, wenn man einen dunkelroten Schirm vor den Spalt des Spektroskops bringt (C. R. CXLII 986; 1906). Dieses Spektroskop enthält außer achromatischen Glaslinsen zwei Hohlprismen, das eine mit Benzin, das andere mit Schwefelkohlenstoff gefüllt. Das von einem versilberten Spiegel kommende Sonnenlicht wurde mit einer Glaslinse auf dem Spalt konzentriert; zwischen Linse und Spalt befand sich der Schirm, der entweder aus mit gefärbtem Kollodium bedeckten Glasplatten oder aus planparallelen, mit einer farbigen Flüssigkeit gefüllten Trögen bestand. Hierzu dienten alkoholische Lösungen von Chrysoidin, von grünem Malachit, von Anilinviolett und verschiedene Mischungen dieser Stoffe. Die besten Resultate erhielt man, wenn der Schirm möglichst alle sichtbaren Strahlen absorbierte und nur das äußerste Rot und das Ultrarot hindurchließ. Es konnte

ganz allgemein die Beobachtung gemacht werden, daß ein begrenzter Teil des Spektrums um so besser sichtbar ist, wenn ein Schirm nur diesen hindurchläßt, indem dabei alles diffuse Seitenlicht abgeblendet wird. Trotz der vielen im Spektroskop befindlichen Gläser konnte man das Spektrum bis 1μ , unter Umständen auch noch weiter beobachten. Die Liniengruppen Z und X waren stets sichtbar, die Linien π , ξ , σ , τ schon seltener.

Die Stefanik'schen Versuche wurden von G. MILLOCHAU mit Erfolg wiederholt; diesem gelang es auch, eine photographische Aufnahme des ultraroten Spektrums herzustellen (*C. R. CXLII 1407, CXLIII 108; 1906*). Er benutzte dazu eine bekannte Eigenschaft der ultraroten Strahlen, die photographische Wirkung auf einer lichtempfindlichen Platte zu zerstören, sobald die Platte vorher belichtet worden war. Die aus der Projektionslinse und dem Spalt des Spektroskops kommenden Sonnenstrahlen gingen zuerst durch einen der oben beschriebenen roten Schirme und gelangten nun auf die empfindliche Platte. Diese Platte war mit Erythrosin sensibilisiert und mit künstlichem Licht belichtet worden. Der Verf. bestimmte dann mittelst der von Hasselberg angegebenen Methode die Wellenlängen der Spektrallinien von $\lambda = 8025,5$ bis $\lambda = 9325,2$.

Schk.

Eigenschaften des Selens. Auf Veranlassung von L. Grunmach versuchte F. WEIDERT eine Änderung der thermoelektrischen Kraft des Selens bei Belichtung nachzuweisen (*Ann. d. Physik 18, 808; 1905*). Da sich das käufliche Selen des Handels als zu unrein erwies, wurde Stangenselen von Clausen & Bronck und kristallisiertes Selen von Merck benutzt. Zur Herstellung der Selen-Thermoelemente wurden Platten aus Biskuitporzellan von 75 mm Länge, 25 mm Breite und 2,5 mm Dicke mit einer möglichst gleichmäßigen Selen-schicht von 0,014 bis 0,074 mm Dicke überzogen. In die Selenschicht wurden Platindrähte mit daran gelöteten Konstantandrähten (beide 0,05 mm dick) eingebettet; man hatte so ein Platin-Selen-Platin-Thermoelement, an dessen Berührungsstellen Platin-Selen sich allemal noch Konstantan-Platin-Thermoelemente zur Temperaturmessung befanden. Die Selenschichten wurden durch $\frac{1}{2}$ bis 2stündiges Erhitzen in einem Blechkasten sensibilisiert, d. h. in die lichtempfindliche Modifikation II übergeführt. Als Lichtquelle diente eine 32kerzige Auer-Osmiumlampe von konstanter Lichtstärke; die Wärmestrahlen wurden durch einen Wasserkasten absorbiert. Durch eine besondere Vorrichtung konnten die Kontaktstellen der Platin-Selen-Thermoelemente auf einer konstanten Temperaturdifferenz von etwa 60°C . gehalten werden. Die thermoelektrischen Kräfte der Selenpräparate wurden elektrometrisch mit der Kompensationsmethode gemessen, wobei ein Nernst-Dolezaleksches Quadrantelektrometer als Nullinstrument diente. Als Ergebnis seiner Untersuchungen fand WEIDERT, daß die thermoelektrische Kraft der Modifikation II des Selens infolge Belichtung deutlich abnimmt, und zwar um etwa 3–4 Prozent innerhalb der untersuchten Grenzen von 0 bis 442 Meterkerzen . Diese Änderung der thermoelektrischen Kraft steht in gewissem Verhältnis zur Änderung des Widerstandes, indem auch sie bei wachsender Beleuchtung zuerst rasch und dann langsamer abnimmt. Die thermoelektrische Kraft der benutzten Selenschichten gegen Platin betrug im Dunkeln $1129 \text{ Mikrovolt pro } 1^\circ \text{C}$. Temperaturdifferenz, während Matthiesen und Righi nur 805 bzw. 506 und 612 Mikrovolt gefunden hatten; den Unterschied führt der Verf. auf die Verschiedenheit der benutzten Modifikationen zurück. Die spezifischen Widerstände betragen im Dunkeln $23,9 \cdot 10^4 \text{ Ohmzentimeter}$; Siemens hatte bei derselben Modifikation $37,6 \cdot 10^4$ gefunden. Die Absicht des Verf., auch die kristallinische Form des Selens (Siemens' Modifikation I) in ähnlicher Weise zu untersuchen, scheiterte an dem großen Widerstande und der starken Polarisierbarkeit der Präparate sowie an dem Vorhandensein eigener elektromotorischer Kräfte, die darauf hinweisen, daß das Selen I als Elektrolyt aufzufassen ist.

Zur Aufklärung der Lichtwirkung bei Selen nimmt R. MARC an, daß durch die Belichtung das Mengenverhältnis zweier verschiedener Selenformen von verschiedenem elektrischen Leitvermögen verändert werde (*Zeitschr. f. anorgan. Chemie 37, 459; 48, 393; Naturw. Rundsch. 1906, S. 330*). Natürlich kommen hier nur verschiedene

Formen der Modifikation II in Betracht. Dieselbe schmilzt bei 217°; durch Abkühlen der Schmelze kann sie in amorphes, glasiges Selen übergeführt werden. Dieses „überschmolzene Selen“ wird durch Erwärmen auf etwa 80–100° zum Kristallisieren gebracht und liefert dabei eine Form A, die auch direkt beim Kristallisieren der Schmelze gebildet wird. Das Selen A ist rötlich schwarz und brüchig und hat ein geringes elektrisches Leitvermögen mit positivem Temperaturkoeffizienten. Beim Erhitzen auf 180–200° wandelt es sich unter Wärmeentwicklung in Selen B um, das bleigrau und ziemlich dehnbar ist und ein viel höheres, mit abnehmender Temperatur stark zunehmendes Leitvermögen besitzt. Weder Selen A noch Selen B sind allein beständig; beständig sind nur ihre Gemische in bestimmten Mengenverhältnissen. Nur bei schneller Abkühlung nimmt das Leitvermögen von B sehr stark zu; bei langsamer Abkühlung hat die das Leitvermögen in Abhängigkeit von der Temperatur darstellende Kurve mehrere Maxima und Minima, was sich nur durch eine teilweise Umwandlung von A in B erklären läßt. Bei langer Temperaturkonstanz zwischen 160° und 200° kommt man sowohl von Selen A als von Selen B zu identischen Präparaten. Derartige Gleichgewichte zwischen verschiedenen Selenformen dürften auch bei niedrigerer Temperatur vorhanden sein. Auf dieser Grundlage dürfte die Wirkung des Lichtes auf das Leitvermögen des Selens seine Aufklärung finden.

Den Einfluß der Temperatur und Belichtungsstärke auf den photoelektrischen Effekt des Selens untersuchte C. CARPINI (*Lincei Rend.* 14, 667; 1905. *Phys. Zeitschr.* 7, 306; 1906). Ist r der Widerstand einer Selenzelle bei Dunkelheit, r_1 der Widerstand bei Belichtung, so gibt $\frac{r-r_1}{r}$ den photoelektrischen Effekt an. Bei tiefen Temperaturen

war der Effekt von Pochettino bestimmt worden: dieser hatte dafür bei gewöhnlicher Temperatur den Wert 0,4, bei der Temperatur der flüssigen Luft 0,3 gefunden. Um den Einfluß der Temperatur bis zur Siedehitze des Wassers zu bestimmen, wurde die Selenzelle innerhalb eines verschlossenen Blechkastens im Wasserbade erhitzt. Die Widerstände wurden mit einer Siemensschen Universalmeßbrücke gemessen. Eine Selenzelle war von Müller-Uri in Braunschweig bezogen, 4 andere Zellen wurden selbst hergestellt. Es zeigte sich, daß der photoelektrische Effekt in der Müller-Uri'schen Zelle beim Übergang von einer mittleren Temperatur von 7° zu einer mittleren Temperatur von 96° sich von 0,32 auf 0,07 änderte; das entspricht einer mittleren Änderung von 0,003 für jeden Grad. Die selbst hergestellten Zellen zeigten einen viel höheren Widerstand; die Änderung des photoelektrischen Effekts mit der Temperatur bewegte sich aber in denselben Grenzen wie bei der ersten Zelle. So war z. B. bei der fünften Zelle der Effekt bei 9° 0,232, bei 98° 0,069; die mittlere Änderung pro Grad betrug bei allen selbst hergestellten Zellen 0,002. Hiernach dürfte es feststehen, daß der photoelektrische Effekt des Selens zwischen 0° und 100° mit wachsender Temperatur abnimmt.

Die Änderung des photoelektrischen Effekts mit der Intensität des Lichtes ist von verschiedenen Forschern untersucht worden, u. a. von Ruhmer, der den Widerstand der Zellen als Funktion der Lichtstärke durch hyperbolische Kurven darstellte und dabei das „weiche“, gegen geringe Lichtstärken empfindliche Selen von dem „harten“, gegen große Lichtstärken empfindlichen Selen unterschied. CARPINI wollte sehen, was aus jenen Kurven wird, wenn die Lichtintensität von einem Minimum zu einem Maximum ansteigt und dann wieder zu dem früheren Minimum zurückkehrt. Die Kurve fiel für den Rückweg nicht mit der für den Hinweg zusammen; die Geschwindigkeit, mit der das Selen seinen Widerstand ändert, ist hiernach verschieden, je nachdem man aus einem Zustande schwächerer Belichtung zu einem Zustande stärkerer Belichtung übergeht oder umgekehrt. Mit wachsender Belichtungsdauer näherten sich die beiden Zweige der Kurve.

Schk.

Röntgenstrahlen. Die durch Röntgenstrahlen in verschiedenen Metallen erzeugte Wärmewirkung untersuchte H. A. BUMSTEAD (*Phil. Mag.* 11, 292; 1906). Zur Messung der Wärme diente ein Radiometer in der Form, wie es NICHOLS und HULL bei

ihren Arbeiten über Strahlungsdruck benutzten. Die beiden Flügel aus Aluminiumfolie waren an dünnen Glasstäben befestigt; diese saßen an einem Mittelstabe, der einen kleinen Spiegel trug. Das Ganze hing an einem 3 cm langen Quarzfaden, an dem ein kleiner Magnet befestigt war, um den Flügelapparat von außen einstellen zu können. Die Metalle, deren Wärmewirkung verglichen werden sollte, waren auf einer runden Ebonitscheibe befestigt. In dieser befanden sich drei Öffnungen in je 120° Abstand; auf der einen Öffnung waren zwei Bleistreifen, auf der zweiten ein Blei- und ein Zinkstreifen, auf der dritten auch ein Blei- und ein Zinkstreifen, aber in umgekehrter Reihenfolge angebracht. Die Bleistreifen hatten 0,30, die Zinkstreifen 0,82 mm Dicke, da beide Metalle in diesen Dicken fast die gleiche Absorption der Röntgenstrahlen zeigten. Durch Unterlegen von Papierstreifen wurde die Höhe der dünneren Streifen der Höhe der dickeren gleich gemacht, so daß die Oberflächen der Zink- und Bleistreifen gegenüber den Radiometerflügeln in derselben Ebene lagen. Die Scheibe konnte durch einen Elektromagneten gedreht werden. Alle Metallstreifen waren auf beiden Seiten mit Aluminiumfolie bedeckt, so daß die Oberfläche beider Metalle die gleiche und der Wärmeverlust aus der Oberfläche bei jeder Temperaturzunahme derselbe war. Zur Verhütung elektrostatischer Wirkungen wurde auch die Ebonitscheibe mit Aluminiumfolie bedeckt und in die Umgebung des Apparats etwas Radiumsalz gebracht; ebenso waren alle Metallstreifen mit der Erde verbunden. Der ganze Apparat befand sich in einem Messingkasten mit zwei Fenstern; das eine aus 1,2 mm dickem Aluminium diente dem Durchgang der Röntgenstrahlen, das andere aus Glas zur Beobachtung der Ablenkungen. Der Druck innerhalb des Radiometergefäßes war am besten zwischen 0,03 und 0,08 mm. Die Röntgenröhren waren groß und gaben intensive Strahlen von gleichmäßiger Härte. Zugleich mit den Radiometerbeobachtungen wurden Messungen der Absorption der Strahlen im Blei und Zink vorgenommen. Dazu wurden zwei Metallstücke von gleicher Dicke wie die Streifen zugleich mit einer Aluminiumplatte von der Dicke des Fensters zwischen die Röntgenröhre und ein Elektroskop gebracht. Man fand, daß das Blei 79 Proz., das Zink 78 Proz. der durch das Aluminium gegangenen Strahlen absorbierte. Als Mittelwert der Absorption beider Metallstreifen ergab sich das Verhältnis $Pb:Zn = 1,016$. Dagegen ergaben die Radiometerauschläge, daß durch die Röntgenstrahlen im Blei fast zweimal so viel Energie erzeugt wurde als im Zink. Das Verhältnis der Energien war genauer im Mittel $Pb:Zn = 1,96$. Bei gleicher Absorption würde hiernach im Blei 1,93 mal so viel Wärme erzeugt werden als im Zink. Zur Erklärung dieser Erscheinung stellt BUMSTEAD die Hypothese auf, daß durch die Röntgenstrahlen die Atome gewisser Elemente zertrümmert werden, und daß die so frei gewordene Energie einen Teil der Energie bildet, der auftritt, wenn die Strahlen durch die Materie absorbiert werden.

Zu einer ähnlichen Auffassung gelangt J. J. THOMSON auf Grund von Untersuchungen über die ionisierende Wirkung der Sekundärstrahlen (*Proc. of the Cambridge Phil. Soc.* 13, 322; *Natw. Rdsch.* 1906, S. 423). Er bestimmte für eine große Anzahl verschiedener Elemente die Ionisierung S , die von den Sekundärstrahlen in einer dünnen Gasschicht dicht vor der vordersten Lage einer aus dem Element gebildeten Platte erzeugt wird, und fand, daß die Werte von S dieselbe Reihe bilden wie die Atomgewichte. Besteht die Platte aus Blei, so ist S viel größer als die Ionisierung, die in einer gleichen Schicht von den Primärstrahlen erzeugt wird. Wenn also bei den Sekundärstrahlen nicht ein größerer Prozentsatz von Energie zur Ionisierung verbraucht wird wie bei den Primärstrahlen, müssen die Sekundärstrahlen mehr Energie ausgeben, als die primären Strahlen zuführen. Dieses führt aber auch zu der Annahme, daß einige Atome durch die Primärstrahlen zertrümmert werden, und daß die dabei freiwerdende Energie die Sekundärstrahlung bewirkt.

Die THOMSONSchen Beobachtungen entsprechen den schon früher von BARKLA an der von verschiedenen Gasen ausgehenden sekundären Strahlung gefundenen Ergebnissen (*ds. Zeitschr.* XVII 170). In einer neuen Arbeit untersuchte BARKLA die Absorbierbarkeit der von verschiedenen Metallen ausgehenden sekundären Strahlen, wenn diese durch eine 0,01 cm dicke Aluminiumplatte hindurchgingen (*Phil. Mag.* Vol. 11, 812; 1906). Die

durch diese Platte hervorgebrachte Absorption, d. h. die Verminderung der ionisierenden Wirkung der Strahlen, änderte sich auch sehr mit dem Atomgewicht, war aber weder diesem proportional noch eine periodische Funktion desselben. Der Verf. entwickelt eine Hypothese, nach der die durchdringende Kraft der sekundären Strahlung ein Maß ist für die Unabhängigkeit der Bewegung der Korpuskeln oder Elektronen innerhalb des Atoms.

Untersuchungen über die Verteilung der Röntgenstrahlung in einer Entladungsröhre wurden von NOGIER angestellt (*C. R. CXLII 783; 1906*). Danach war bei sehr weichen Röhren die Intensität der Strahlung am größten in einer Region sehr nahe dem Rande der grün fluoreszierenden Halbkugel; der Verf. nennt diese Region den Röntgenschen Äquator. Von hier aus wuchs die Abnahme der Strahlung, je mehr man sich dem Orte näherte, wo das auf der Antikathode in dem Treffpunkte des Kathodenstrahlenbündels errichtete Lot die Glaswand trifft. Längs dieser „polaren antikathodischen Achse“ scheint ein Minimum der Röntgenstrahlung zu bestehen. Die Verteilung der Strahlen in der der Antikathode entgegengesetzten Halbkugel folgt einer Reihe von kleinen Kreisen parallel dem Röntgenschen Äquator. In allen Punkten dieser kleinen Kreise schien die Intensität der Strahlen gleichförmig zu sein. — Die von dem Verf. untersuchten Röhren waren bezogen von Müller in Hamburg und besaßen eine gewöhnliche Antikathode und elektrische Regulierung; sie gaben Strahlen zwischen 2 und 3 des Benoistschen Radiochromometers. Das Feld der X-Strahlen wurde geprüft mittelst Streifen von Bromsilberpapier, die auf einem halbkreisförmigen Brettchen so befestigt waren, daß alle Punkte des Papiers von dem Brennpunkt der Antikathode gleich weit entfernt waren und einen senkrecht einfallenden Strahl erhielten. Ein Zwischenraum von etwa 10 mm trennte das photographische Papier von der Röhrenwand.

Zur Regulierung der Härte einer Röntgenröhre hat G. BERLEMONT folgendes Verfahren zur Anwendung gebracht (*C. R. CXLII 1189; 1906*). Auf die Anode wurde eine Platinröhre gelötet, die nach außen führte und durch einen Hahn mit einer kleinen, feuchte Watte enthaltenden Röhre in Verbindung stand. Ist die Röhre zu hart geworden, so öffnet man den Hahn auf 1 bis 2 Sekunden. Die in Rotglut befindliche Anode tritt dann mit der feuchten Luft in Berührung; dabei bildet sich durch Dissoziation Wasserstoff, der durch Osmose die Anode durchdringt und die Härte der Röhre vermindert. Die kleine, in der Platinröhre zurückbleibende Gasmenge erhält die Röhre während einer ziemlich langen Zeit in einem konstanten Zustande.

Eine „Innenfilter-Röntgenröhre“ wurde von J. ROSENTHAL auf dem 2. Röntgenkongreß zu Berlin am 2. April 1906 demonstriert (*Phys. Zeitschr. 1906, S. 424*). Außer den praktisch verwertbaren Röntgenstrahlen gehen von der Antikathode noch Röntgenstrahlen aus, die von der Glaswand absorbiert werden, außerdem auch noch diffus oder regelmäßig reflektierte bzw. neu emittierte Kathodenstrahlen. Alle diese Strahlen wirken störend und verändern auch den Härtegrad der Röhre. Sie werden aber von dünnen Metallschichten nahezu vollkommen absorbiert, während diese die benutzbaren Strahlen hindurchlassen. ROSENTHAL läßt daher alle von der Antikathode kommenden Strahlen durch ein Filter gehen, das die störenden Strahlen zurückhält. Infolgedessen erwärmt sich die Glaswand fast gar nicht und wird nicht mehr chemisch verändert. Das Innenfilter wirkt durch sekundäre Strahlenbildung zugleich als Strahlentransformator. Etwaige Einbuße an Intensität der Strahlen und Verminderung der Bildschärfe ließ sich durch geeignete Wahl des Filters vermeiden.

Schk.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Der Warmluftballon eine deutsche Erfindung des Mittelalters. In den *Illustr. Aeronaut. Mitteil. 1906, Nr. 4* zeigt F. M. FELDHAUS, daß der von Montgolfier 1783 in die Praxis eingeführte, mit erwärmter Luft gefüllte Luftballon seine Vorläufer bereits im Mittelalter gehabt haben muß. Wie die Darstellungen auf der Trajanssäule in Rom beweisen, war bei den

Daziern als Feldzeichen ein Drachen in Gebrauch, der aus einem silbernen, aufgesperrten Rachen mit daran hängendem sackförmigen Leib aus Fellen bestand. Blies der Wind in das



offene Maul, so mußte sich der den Leib des Tieres darstellende Sack blähen und krümmen. Von Trajan an erhielt sich der Draco im römischen Heere. Im 9. Jahrhundert zeigt der Codex aureus zu St. Gallen einen Reiter, der das Dracofeldzeichen mit einem Feuerbrand im Maul auf einer hohen

Stange trägt. Bei dem Versuch nun, dem Draco einen Feuerbrand ins Maul zu geben, mußte es bald auffallen, daß sich der Leib des Tieres durch die erhitzte Luft emporhob. Hierbei ist zu beachten, daß in jener Zeit bereits die Feuerwerkskunst in den europäischen Heeren eine Rolle zu spielen begann. Im 14. Jahrhundert beginnen die Kriegsbaumeister (encignieri) ihr Wissen in illustrierten Handschriften niederzulegen; eine der schönsten von diesen ist der heutige Codex phil. Nr. 63 der Universitätsbibliothek zu Göttingen. Das Werk trägt den Namen Bellifortis und kam 1405 zum Abschluß; sein Verfasser ist ein fränkischer Edelmann Konrad Kyesser. In dem Werk ist zwischen Ruderradschiffen, Tauch-

apparaten usw. auch ein Reiter abgebildet, der einen in der Luft schwebenden Drachen aus „Pergament und Leinen“ an einer Schnur hält; doch fehlt der Feuerbrand im Maule. Endlich weist eine von 1540 datierte Handschrift (Cod. germ. fol. 351) die unzweifelhafte Abbildung eines gefesselten Warmluftballons auf (siehe nebenstehende Figur). Ein schwebender Drachen mit flammendem Feuerbrand im Maul ist an einem dicken Seil befestigt, das um eine überaus kräftige Winde geschlungen ist, die ein Soldat dreht. — Daß den Chinesen die Erscheinung des durch warme Luft schwebend erhaltenen Drachens im Jahre 1232 bekannt war, geht aus ihrem militärischen Hauptwerke Wu-pej-tschü hervor; die Chinesen dürften durch ihre Verbrennungszeremonien für die Toten beim Verbrennen von Papierfiguren auf das Steigen erwärmter Beutel aufmerksam geworden sein. P.

4. Unterricht und Methode.

Über den chemischen Hochschulunterricht für Lehramtskandidaten. Von C. DUISBERG (*Zeitschr. f. angew. Chemie* XIX, Heft 23; auch als besondere Schrift erschienen unter dem Titel: *Der chemische Unterricht an der Schule und der Hochschulunterricht für die Lehrer der Chemie.* Leipzig, O. Spamer, 1906). Die Schrift reiht sich den aus dem Schoße der Meraner Unterrichtskommission hervorgegangenen Schriften von F. Klein „Probleme des mathematisch-physikalischen Hochschulunterrichts“ und von C. Chun „Probleme des biologischen Hochschulunterrichts“ als analoge Schrift für den chemischen Unterricht an. Die Arbeit ist in doppelter Hinsicht beachtenswert; einmal schreibt der Verf. im Auftrage der genannten Kommission, sucht also auch deren Meinungen mit zum Ausdruck zu bringen, ferner zieht er auch die Meinungen anderer, insbesondere von Hochschulprofessoren, heran. Als Angehöriger der Technik hielt es nämlich der Verf. für richtig, einerseits, um sich über alle in Betracht kommenden Fragen eingehend zu informieren, andererseits, um auch die beteiligten Hochschulkreise für diese Frage zu interessieren, eine Enquete zu veranstalten. Zu dem Zwecke wurden Fragebogen an 76 an deutschen Hochschulen tätige Professoren der Chemie versandt, von denen 47 den Universitäten und 29 den technischen Hochschulen angehörten. Nur 20 haben die Ausfüllung der Fragebogen mit der Begründung abgelehnt, daß sie nicht genügende Erfahrungen auf dem betreffenden Gebiete besitzen, haben sich aber doch zu dem einen oder anderen Punkt geäußert; 54 dagegen haben sich durch eingehende Beantwortung der Fragen ausgiebig mit

dem Thema beschäftigt. Unter diesen befinden sich 22 Examinatoren, und zwar 19 Universitätsprofessoren und 3 Vertreter von technischen Hochschulen. Auch einer Reihe von Lehrerkollegien sind die Fragebogen zugesandt und von diesen gemeinsam beraten worden. Verf. war nun bemüht, alle Meinungen unparteiisch zur Geltung kommen zu lassen und die oft weit voneinander abweichenden Anschauungen auf einer mittleren Linie zu vereinigen.

Vorweg wird noch der von der Unterrichtskommission geplanten Änderungen des Chemieunterrichts an den neunklassigen höheren Lehranstalten gedacht, wonach als Mindestmaß des Unterrichts für Chemie nebst Mineralogie zwei Wochenstunden von der Untersekunda ab bis zur Oberprima angenommen worden sind, wobei die erforderliche Zeit für Schülerübungen nicht mitgerechnet ist (vergl. diese Zeitschr. XIX 54). „Zu dieser Forderung führte uns die Tatsache, daß die Pflege der Anschauung und der planmäßigen Beobachtung sowie die Erziehung der Schüler zum selbständigen Folgern und Denken durch den in richtiger Weise betriebenen Chemieunterricht in ganz hervorragender Weise begünstigt wird. Auch sind wir der Meinung, daß ein bestimmtes Maß chemischer Kenntnisse für jeden Gebildeten, zumal aber für alle diejenigen, welche einen entscheidenden Einfluß in der Verwaltung, in der Gesetzgebung wie im öffentlichen Leben an irgend einer Stelle desselben auszuüben berufen sind, unbedingt gefordert werden muß.“ Hinsichtlich der Meinung einiger Universitätsprofessoren, daß das von der Kommission — zunächst für die Oberrealschulen und die Realgymnasien — aufgestellte Pensum die Schüler zu sehr belasten würde oder „von den Studenten kaum bis zum Diplomexamen bewältigt wird“, stellt der Verf. fest, daß die Forderungen durchaus nicht wesentlich über den Rahmen der preußischen Lehrpläne für die neunklassigen Realanstalten hinausgehen. Im übrigen solle dem Lehrer in weitestgehender Weise die Betätigung seiner Individualität überlassen bleiben. Gegenüber den Stimmen von Hochschullehrern, die nur beschränkte Abschnitte der Chemie gelehrt wissen wollen, tritt der Verf. dafür ein, daß die Chemie auch als Wissenschaft mit ihren induktiven Methoden des Forschens und Beobachtens selbst der kleinsten und geringfügigsten Veränderungen des sich wandelnden Stoffes und mit ihren wichtigsten Theorien zur Geltung komme. „Neben Sprachen und Mathematik sollen auch die Naturwissenschaften den Schüler zum logischen und selbständigen Denken und zur Urteilsbildung erziehen. Durch den theoretischen und praktischen Unterricht in Chemie, Physik und Biologie aber wollen wir vor allem die Beobachtungsgabe ausbilden und zu erreichen suchen, daß besser, als es bisher der Fall ist, die Schüler mit ihren Augen sehen, mit ihren Ohren hören, kurz mit ihren Sinnesorganen wahrnehmen lernen.“

Bis jetzt ist es nun an den höheren Schulen noch vielfach Gebrauch, daß der Unterricht in Chemie sich in allen Zweigen vollkommen an den Hochschulunterricht anlehnt. Verf. ist nicht dafür, daß, wie es vielfach geschieht, die chemischen Theorien entweder dem Experiment vorangehen oder sich zu frühzeitig an dasselbe anschließen. Für das Abstrakte in der Chemie seien die meisten Schüler erst in Oberprima reif. [Es sei bemerkt, daß Ref. hier lediglich berichtet, ohne zu diesen und anderen Sätzen sachlich Stellung zu nehmen.] „Quälen wir den Schüler zu früh mit Theorien, so verleiden wir ihm die Lust an den sonst so interessanten stofflichen Umsetzungen, zumal wenn er monatelang mit stöchiometrischen Rechnungen geplagt wird.“ Nichts Weiteres als durch einfache, aber gute Experimente zu demonstrierende, von dem Schüler selbst zu beobachtende chemische Erscheinungen, und zwar nur die allerwichtigsten, sollen vom Lehrer in einfachster Ausdrucksweise besprochen, die stofflichen Veränderungen durch Maß und Gewicht erläutert und ihre Bedeutung für die anderen Wissenschaften und für das praktische Leben klar gemacht werden. Überall im Unterricht der Chemie, speziell auf dem Gebiet der organischen Chemie, muß die Parole gelten: Keine umfangreiche oder ins einzelne gehende, fachwissenschaftliche chemische Ausbildung, sondern nur Unterweisung in den Grundlagen und Grundzügen der Chemie und der im Leben und in der Technik wichtigen chemischen Prozesse. Und erst zum Schluß in Oberprima sollen die grundlegenden theoretischen Anschauungen das angesammelte Tatsachenmaterial

durchleuchten, sollen die Grundgesetze der physikalischen Chemie in ihren allereinfachsten Prinzipien erläutert und die im Laufe des vierjährigen Unterrichts beobachteten Erscheinungen durch Theorien und Hypothesen erklärt werden.

Was die chemischen Schülerübungen anlangt, so tritt der Verf. im Gegensatz zu solchen Hochschullehrern, welche sie verurteilen, unbedingt für dieselben ein. Die chemischen Übungen seien zur Ausbildung sämtlicher Sinneswerkzeuge und zur Beachtung der kleinsten und geringfügigsten Veränderungen aller Art von größter Wichtigkeit. Aber auch bei diesem praktischen Unterricht wünscht der Verf. eine ganz andere Handhabung, als es jetzt meist der Fall ist. „Uns kommt es in erster Linie auf die Ausbildung in den einfachsten Handfertigkeiten wie Röhrenbiegen, Korkschnitten und -bohren, Wägen und Messen, Filtrieren, Dekantieren, Destillieren, Kristallisieren usw. an. Den großen erzieherischen Wert der qualitativen und quantitativen Analyse verkennen wir nicht im mindesten. Wir würdigen die Tatsache, daß bei der Analyse dem Lehrer die beste Gelegenheit gegeben ist, den Schüler auf die Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der Überlegungen zu kontrollieren, und dennoch sind wir unbedingt gegen die qualitative Analyse, die jetzt fast immer und ausschließlich in den Schulen betrieben wird.“ Der Aufbau eines ganz einfachen Apparates zur Herstellung von Wasserstoff ist für den Schüler lehrreicher und wichtiger als die Fertigkeit, ein aus zwei oder drei Substanzen zusammengesetztes Gemisch qualitativ zu trennen. Die Herstellung eines einfachen Präparates wie Zink- oder Kupfervitriol unter Benutzung der gewöhnlichen Schalenwage ist wichtiger als die quantitative Bestimmung des Silbers in einer Münze usw.

Der Verf. geht nun zur Hauptfrage über: Welche Kenntnisse muß nach diesen Forderungen der Lehrer selbst besitzen, wie muß er an der Hochschule ausgebildet werden, soll er den Schülern diese Grundlagen in der anorganischen und organischen, ja sogar in der technischen Chemie geben? Die Meinungen in den Enquetebogen gehen hier im weitesten Maße auseinander. Während die eine Partei, bestehend aus den meisten Lehrern der süddeutschen Hochschulen, der Ansicht ist, daß nur derjenige Chemie lehren kann und darf, der sie bis in alle Winkel und Ecken beherrscht, der also voll ausgebildeter Chemiker ist, schreiben andere wie die Vertreter der physikalischen Chemie in erster Linie eine physikalisch-chemische Ausbildung vor und wünschen zu dem Zweck, daß nur solche Lehrer zum Unterrichten zugelassen werden, welche auch die Physik beherrschen, was in diesem Umfange nur mit Kenntnis der höheren Mathematik möglich ist. Im allgemeinen tritt Verf. hier für eine Beschränkung ein: „Wir dürfen nicht verlangen, daß der Lehrer für Chemie voll ausgebildeter Chemiker sei, und der Biologe dieses Fach bis in seine tiefsten Tiefen beherrscht. Wir müssen auch auf eine weitgehende Ausbildung in der Physik oder gar in der Mathematik verzichten. Wir fordern, ähnlich wie dies in Bayern vorgeschrieben ist, von demjenigen, der Chemie lehren will, daß er zugleich die Lehrberechtigung in den naturwissenschaftlichen Fächern für die höheren Klassen besitzt, und verzichten dann auf die Beherrschung der Physik und die Fakultas für die höheren Klassen in diesem ebenfalls weitreichenden Fache.“ Einige Vertreter der Chemie an solchen Universitäten, an denen die Mathematik die Vorherrschaft hat, beklagen sich darüber, daß es allgemeiner Usus sei, neben Mathematik und Physik, wenn auch meist nur für die mittleren Klassen, die Fakultas in Chemie zu erwerben. Da die Begabung für alle drei Fächer nur bei wenigen Menschen vorhanden ist, so seien die Kenntnisse in Chemie hier oft sehr dürftig, und die Befähigung lasse fast immer zu wünschen übrig. „Wir werden deshalb gebeten, Protest zu erheben gegen eine derartige Kombination.“

Die deutsche Bunsengesellschaft hatte auf ihrer letztjährigen Hauptversammlung zu Karlsruhe sich dafür ausgesprochen, >daß als nächstes äußeres Ziel des chemischen Unterrichts die Einführung in die physikalischen Grundlagen der Lehre von den Stoffen zu betrachten sei, und daß für die Befähigung zum chemischen Unterricht der Nachweis einer solchen auch für die Physik, wenn auch in geringerem Umfange, und möglichst einer solchen für die Mathematik gefordert werden müsse<. Verf. ist in der Lage, dies dahin aufzuklären, daß man in den physikalisch-chemischen Kreisen durchaus nicht wünscht, daß

die Chemiker gleichzeitig Physiker par excellence sind; die Chemielehrer sollen aber Physik betrieben haben und die Fähigkeit besitzen, Physik für die mittleren Klassen zu lehren. Mehrfach sei es vorgekommen, daß Biologen, welche ein Chemieexamen machten, überhaupt niemals Physik gehört hatten. „Mit den physikalischen Chemikern und der Bunsengesellschaft sind wir also darüber einig, daß die Lehramtskandidaten der Chemie die Grundlagen der Physik und der physikalischen Chemie kennen.“ Praktische Übungen in der physikalischen Chemie hält Verf. aber nicht für erforderlich.

Hinsichtlich der Frage, wie sich die Lehramtskandidaten diese Fähigkeiten und Kenntnisse an den Hochschulen aneignen sollen, ist die überwiegende Mehrzahl der Akademiker der Meinung, daß es besonderer Einrichtungen für die Ausbildung der Lehramtskandidaten nicht bedarf. Die allgemeinen Vorlesungen über anorganische, analytische und organische Chemie sind für alle Berufszweige, ob Chemiker, Apotheker, Landwirte, Mediziner, Ingenieure oder Lehramtskandidaten gleichmäßig geeignet. In den Laboratorien läßt sich durch den dort üblichen Einzelunterricht eine solche Individualisierung durchführen, daß auch die Lehramtskandidaten im großen und ganzen überall zu ihrem Rechte kommen. Über die seminaristischen Übungen, bei denen dem Lehramtskandidaten Gelegenheit zu theoretischen und praktischen Studien über Methode und Organisation des chemischen Unterrichts geboten werden soll, sind die Meinungen geteilt. Während die einen diese seminaristischen Studien für sehr praktisch und dringend notwendig ansehen und deshalb besondere Lehrstühle für den chemischen Unterricht mit Experimentierübungen für wünschenswert halten, sind andere gegen solche Seminare. Die Universität sei nicht der richtige Platz hierfür, und derartige Einrichtungen der praktischen Betätigung im Lehrfach ständen im Widerspruch mit der eigentlichen Aufgabe unserer Hochschulen als Stätten freier Wissenschaft. Den letzteren Gründen schließen sich fast ausnahmslos die im praktischen Dienst tätigen Lehrer an. Diese sind der Meinung, daß derartige pädagogische Seminarübungen nur an der Schule getrieben und nur von einem im praktischen Schulfach tätigen Pädagogen geleitet werden dürfen. Überall ist man sich aber klar darüber, daß diese Übungen im Anschluß an die chemische Ausbildung, also am Ende der Studienzzeit, oder, wie die Lehrer es wünschen, nach dem Staatsexamen im Seminarjahre, stattfinden.

Hinsichtlich der Vorlesungen über organische Chemie erklärt der Verf., das überall übliche große organische Kolleg sei für die meisten Lehramtskandidaten zu umfassend und zu weitgehend. Eine kleinere Vorlesung über den Abbau und die Synthese der wichtigsten Verbindungen, welche für die Physiologie und die Technik von Bedeutung sind, und über die Grundlagen der Ernährung von Pflanzen und Tieren wäre ausreichend.

Im übrigen sollte man keine höheren Forderungen an die Lehramtskandidaten stellen, als dies in den Prüfungsordnungen vorgeschrieben ist. Die geforderte eingehende Bekanntschaft mit der anorganischen Chemie und denjenigen Verbindungen der organischen Chemie, welche für die Physiologie oder Technik von hervorragender Bedeutung sind, sowie die Kenntnis der wichtigsten Methoden ist genügend. „Um der physikalischen Chemie zu ihrem Recht zu verhelfen und ihr die gebührende, speziell für den Unterricht bedeutungsvolle Stellung zu geben, halten wir es für richtig, wie dies in Süddeutschland schon der Fall ist, die Kenntnis ihrer Grundzüge von dem Lehramtskandidaten zu fordern und dies ausdrücklich vorzuschreiben.“ Dagegen ist es eine zu weit gehende Forderung, wenn eingehende Kenntnisse der Geschichte der Chemie von den Lehramtskandidaten verlangt werden. Das hier Notwendige wird sowieso in die Vorlesungen über allgemeine Chemie eingeflochten oder läßt sich leicht durch ein einsemestriges, einstündiges Kolleg erlernen.

Weiterhin wird der große Wert technologischer Kenntnisse hervorgehoben, doch werden auch hier besondere Vorlesungen nicht für erforderlich gehalten, wenn, wie es wohl an den meisten Hochschulen üblich ist, die wichtigsten technischen Prozesse in den allgemeinen Vorlesungen mit vorgetragen werden. Der Lehrer braucht eben nur die wichtigsten Prozesse aus der anorganischen Großtechnik, die hauptsächlichsten Chemikalien, die täglich benutzt werden, wie Alkalien, Säuren und Chlor, aus der Metallurgie die hauptsächlichsten Hütten-

prozesse, aus der organischen Technik die Bereitung von Spiritus, Zucker, Seife, Teer u. s. w. kennen zu lernen. Sollten derartige technologische Prozesse nicht in dem Kolleg über die allgemeine Chemie zur Behandlung kommen, so müßte für die Lehramtskandidaten ein Spezialkolleg in dem oben angedeuteten Umfange gelesen werden, das als zweistündiges Kolleg ein Semester lang vollkommen genügen würde. Nicht für richtig wird es gehalten, daß einzelne Vertreter des praktischen Lehrberufs die chemische Technologie eingeschränkt sehen wollen, um damit Raum für die Nahrungsmittelchemie und Physiologie zu bekommen.

Sehr bemerkenswert sind die Ausführungen DUISBERGS hinsichtlich der praktischen Ausbildung. „Wir halten eine Fertigkeit in der qualitativen Analyse und eine genügende Übung in der quantitativen Analyse, wie es bisher üblich ist, und wie es die Prüfungsvorschriften verlangen, nicht für nötig. Der Schüler soll weder die qualitative, noch die quantitative Analyse lernen. Warum soll daher der Lehrer eine Fertigkeit auf diesem Gebiet besitzen? Gewiß muß er die Prinzipien und die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, auch die der Elementaranalyse, kennen, er muß die Reaktionen der wichtigsten Anionen und Kationen wissen, die Methodik der Maßanalyse begriffen haben. Aber damit genug.“ An die Stelle der weitgehenden analytischen Forderungen setzt Verf. zunächst die Herstellung von Präparaten, auch unter Benutzung von höheren Temperaturen, die Darstellung von einfachen Salzen, von Säuren, von Alkalien, eventuell im Zusammenhang mit Literaturstudien. Als Beispiel werden angeführt: Bromwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Schwefelsäure und Schwefelsäureanhydrid, Phosphorchloride, Silicium, Bor, Kaliumnitrat, Alaun, Zinkvitriol, Manganchlorür, reines Silber aus einer Silbermünze, Silbernitrat, Chromoxyd, Chromchlorid, Aluminiumchlorid, nicht zu vergessen organische Präparate wie Jodäthyl, Äthylbromid, Aldehyd, Chinon, Nitrobenzol, Anilin, Acetanilid, Äthylanilin, Diazobenzol, Phenol, Naphtol, Chinolin. Bei diesen Arbeiten ist auf reinliche und exakte Ausführung und quantitative Durchführung der Hauptwert zu legen. Der Student soll dabei die Methoden kennen lernen, die in der Chemie gang und gäbe sind, und auf die es bei der Vorführung von Experimenten hauptsächlich ankommt. Die bekannten Bücher mit Übungsbeispielen von GATTERMANN, von EMIL FISCHER, zumal auch das Lehrbuch von SMITH, übersetzt von HABER und STOECKER, das aber leider keine Übungen aus der organischen Chemie enthält, werden für diesen Zweck auf das wärmste empfohlen. Am besten geht diesen rein chemischen Übungen ein Kursus im Glasblasen voran, der gerade für den zukünftigen Lehrer von größter Bedeutung ist. Zwischendurch soll der Kandidat da, wo es sich ermöglichen läßt, mit einfachsten Mitteln selbst Apparate aufbauen, um sich auf diese Weise für die Experimentierkunst vorzubereiten. Auf diese legt der Verf. den Schwerpunkt der ganzen praktischen Ausbildung. Hier braucht indessen nicht nach Schema gearbeitet und vorwärts gegangen, nicht von jedem dasselbe, wie von anderen gemacht zu werden, sondern es genügt, wenn alle die verschiedenen Praktikanten verschiedenartige Stoffe herstellen und Apparate zusammenbauen, sich bei den Übungen gegenseitig ergänzen, und einer beim anderen zusieht, und einer vom anderen lernt. Anleitungen zu besonderen selbständigen Vortragsexperimenten sind deshalb nicht unbedingt notwendig. Aber fast ausnahmslos ist man für solche Experimentierkurse da, wo sich diese einrichten lassen. So werden schon an einzelnen Universitäten, wie z. B. in Leipzig, Halle, Bonn, Münster und Charlottenburg, derartige Übungen regelmäßig abgehalten und haben sich dort trefflich bewährt. Meist genügt ein zweistündiger Kursus ein Semester lang, wie ein solcher z. B. in Freiburg stattfindet. Jeder Teilnehmer hat mindestens einmal einen Schulvortrag mit Experimenten zu halten und einmal als Vorlesungsassistent hierbei zu fungieren.

Mit einer seltenen Einmütigkeit haben jedoch alle diejenigen Professoren, welche selbst Examinatoren sind, die Frage, ob man vom Lehramtskandidaten zukünftig das Verbandsexamen oder ein ähnliches Zwischenexamen verlangen wolle, verneint, und zwar aus dem Grunde, weil das Verbandsexamen nur eine einseitige analytische Ausbildung bezeuge, die die zukünftigen Lehrer nur ungünstig beeinflussen könne. Doch ist Verf. nicht grundsätzlich gegen jedes Zwischenexamen; falls man dem Lehramtskandidaten auch noch fernerhin eine

Prüfung in der allgemeinen Bildung auferlegt — „Es wäre wirklich an der Zeit, dieses Examen der allgemeinen Bildung, das dem Gymnasium, überhaupt der Mittelschule, ein vollständiges testimonium paupertatis ausstellt, abzuschaffen“ —, so ist es sicherlich sehr zu überlegen, ob man nicht ein solches Examen in die Mitte des Studiums verlegt, selbstverständlich unter Ausschluß einer Prüfung in der Pädagogik, welche ans Ende des Studiums gehört. „Zweckmäßig ließen sich an ein solches Zwischenexamen die von uns gestellten Forderungen in Physik, Mineralogie, Kristallographie und Geologie angliedern.“ Mit vielen der befragten Professoren ist der Verf. der Ansicht, daß man bestimmte Vorschriften über die Zahl der zu absolvierenden Semester, über die Art der zu hörenden Vorlesungen und der auszuführenden praktischen Übungen nicht machen darf, und daß sich derartige Beschränkungen mit dem Geist der akademischen Freiheit nicht vertragen. Er ist auch in dieser Beziehung ein Gegner jeglichen Zwanges; kommt es doch bei dem Chemiestudium, zumal bei den Arbeiten im Laboratorium am meisten auf persönliche Veranlagung, Fleiß und Begeisterung fürs Fach an.

In den Enquetebogen war auch die Frage aufgenommen, ob es angezeigt sei, zukünftig denjenigen Studenten, welche schon an einer Schule in der Chemie im bestimmten Umfange vorgebildet sind, im Gegensatz z. B. zu den Gymnasiasten, ein Vorrecht einzuräumen bzw. den anderen einen Vorkursus vorzuschreiben. Fast ausnahmslos ist diese Frage mit nein beantwortet worden. Man ist gegen jegliche Differenzierung. Das einzige, was man zuzugestehen bereit ist, und was auch meist heute schon überall durchgeführt ist, besteht darin, daß die Abiturienten der Realanstalten vor denjenigen der Gymnasien das Recht haben, sofort mit den Laboratoriumsarbeiten zu beginnen, ehe sie das Kolleg über allgemeine Chemie gehört haben.

Was nun endlich das Staatsexamen anbetrifft, so ist Verf. der Meinung, daß die Chemie wieder wie früher als selbständiges Prüfungsfach neben der Mineralogie fungieren muß. Es muß als ein großer Mißstand bezeichnet werden, wenn, wie es in Baden geschieht, der Mineraloge, der doch nur in den seltensten Fällen die erforderlichen Kenntnisse in der allgemeinen und vor allem nicht in der organischen und technischen Chemie besitzt, als alleiniger Examinator für Chemie und Mineralogie auftritt, und wenn der Chemiker, von dem man allenfalls noch bestimmte Kenntnisse in der Mineralogie voraussetzen kann, gleichzeitig in Geologie prüfen soll, von der er selten etwas weiß. „Im übrigen bedürfen die Prüfungsvorschriften, soweit sie Kenntnisse in theoretischer Beziehung fordern, kaum einer Erweiterung, es sei denn, daß man unseren Wünschen entsprechend die Grundlagen der physikalischen Chemie ausdrücklich fordert. Dagegen sind wir unbedingt für eine Beschränkung in qualitativer und quantitativer Analyse. An Stelle der „Fertigkeit“ in der qualitativen Analyse würde unseres Erachtens die jetzt schon bei der quantitativen Analyse geforderte „genügende Übung“ oder, deutlicher ausgedrückt, einige Übung, auch für die qualitative Analyse ausreichen.“ Die praktischen Kenntnisse in der organischen Analyse sollten dagegen unbedingt gestrichen werden. Statt dessen würden Experimentierübungen und die Herstellung von Präparaten zu verlangen sein.

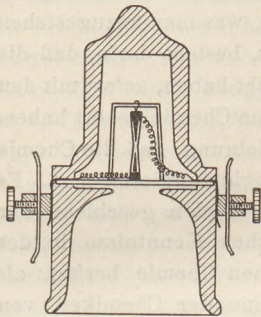
Das eigentliche Examen schließlich sollte so einfach wie möglich gestaltet werden. Die Ausführung praktischer Examensarbeiten ist nicht erforderlich, es genügt im allgemeinen das Zeugnis eines Hochschullehrers darüber, daß der Kandidat in dem Praktikum einige Fertigkeit in den Experimentierübungen bewiesen hat. Das Examen für die Lehramtskandidaten müßte sich also auf die Prüfung in theoretischer Chemie und eventuell im Experimentieren beschränken. — Die Promotion — in der Chemie oder einem der anderen naturwissenschaftlichen Fächer — wird noch eindringlich angeraten. Bezüglich der wissenschaftlichen Fortbildung nach erfolgter Anstellung tritt DUISBERG für gelegentliche Beurlaubungen ein, die ein Semester oder auch nur etwa acht Wochen betragen sollten. Wo das nicht möglich ist, müsse man die Ferien opfern, um sich an den Fortbildungskursen zu beteiligen, wie solche an manchen Universitäten regelmäßig abgehalten werden. — Zum Schluß wird noch einmal darauf hingewiesen, wie außerordentlich groß und weit das Gebiet ist, das der Lehrer der Naturwissenschaften zu umfassen hat.

Man kann daher nicht verlangen, daß der Lehrer alle Fächer, in denen er seine Schüler zu unterrichten hat, bemeistert. Man kann nur fordern, daß er sich das Wesentliche aus all diesen Gebieten angeeignet hat und bei allen an ihn herantretenden Fragen sich in diesen Gebieten zurechtzufinden weiß. Will man die Grenzen festlegen, bis zu denen das Studium der Chemie für den Lehrer reichen soll, so heißt es auch hier: „In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister“.

O.

5. Technik und mechanische Praxis.

Das Kapillartelephon. Von H. BORUTTAU (*Phys. Zeitschr.* 1906, S. 229). Das Prinzip des Kapillartelephons beruht auf den Beobachtungen LIPPMANN'S über die Veränderung der Kapillarkonstante zwischen Quecksilber und Elektrolyt bei Veränderung des Potentials und über die Umkehrbarkeit dieses Vorgangs. LIPPMANN war durch jene Beobachtung zur Konstruktion des Kapillarelektrometers und einer elektrokapillaren Kraftmaschine geführt worden. Mechanische Bewegung des Quecksilbers in der Kapillare des einen von zwei zum Kreise geschlossenen Kapillarelektrometern erzeugt eine genau gleiche, entgegengesetzt gerichtete Bewegung in der Kapillare des andern. BRÉGUET kam 1878 auf den Gedanken, diese Kombination zur Fernübertragung von Signalen und Schallschwingungen zu benutzen, und



konstruierte so das erste Kapillartelephon, als dessen Vorzug er besonders seine Unabhängigkeit vom Widerstand der Leitung ansah. Eine etwas andere Anordnung gab 1879 der schwedische Physiologe CHR. LOVÉN an. Er benutzte ein dünnes, in der Mitte verengtes Glasröhrchen (Figur), welches ganz mit Quecksilber gefüllt war, das nur durch einen in der Verengung befindlichen Tropfen verdünnter Schwefelsäure in zwei Massen abgeteilt war. Das Röhrchen war lotrecht auf einer papierdünnen Membran von trockenem Tannenholz festgekittet und auf der andern Seite an dem Querholz eines auf der Membran stehenden hölzernen „Galgens“ mit einem Seidenfaden befestigt. In die beiden Enden des verschlossenen

Röhrchens waren Platindrähte eingeschmolzen, die zu zwei Klemmschrauben führten. Vor der Membran befand sich ein Schalltrichter. Zwei genau gleiche derartige Vorrichtungen miteinander verbunden sollen nach LOVÉN ebenso gut funktioniert haben wie gewöhnliche Bell-Telephone. BORUTTAU erhielt mit einem nach den LOVÉN'SCHEN Angaben in denselben Dimensionen hergestellten Apparat kein gleich günstiges Resultat.

Dagegen erhielt er mit dem LOVÉN'SCHEN Kapillartelephon als Hörer und einem gewöhnlichen MIX & GENEST'SCHEN Dosenmikrofon als Geber mit Induktionsspule und 2 bis 4 Volt im primären Kreise vortreffliche Wiedergabe der Sprache wie von Gesang und Musik, zwar nicht so laut wie mit Anwendung des elektromagnetischen Fernhörers, aber eher klarer und freier von Nebengeräuschen; Einschaltung von 100 000 Ohm induktionsfreien Widerstandes verminderte die Verständigung nicht im mindesten. Die Anwendung mehrerer hintereinander geschalteter Kapillaren gab für den Hörer keine Verbesserung; eher für den als Geber benutzten Apparat. Der Verf. konstruierte aber gut funktionierende Hörer von sehr geringem Gewicht (nur wenige Gramm); ähnliche, etwa in den äußeren Gehörgang einzuschubende Modelle ließen sich eventuell für medizinische und physiologische Zwecke herstellen. — Zur Erklärung der Wirkung des Kapillartelephons hat man anzunehmen, daß jeder die Kapillare in der Richtung nach der Membran zu durchsetzende Strom den Berührungsmeniskus der „oberen“ Quecksilbermasse mit dem Säuretropfen nach unten zu verschieben bzw. spitzer zu machen, den der „unteren“ Quecksilbermasse abzufachen sucht, während ein in entgegengesetzter Richtung gehender Strom das Umgekehrte bewirkt. Hierdurch wird wieder ein Druck bzw. Zug gegen die Membran hervorgerufen, und beim Durchgang von Wechselströmen wird diese in Schwingungen versetzt. Genau entsprechend, nur umgekehrt verlaufen die Vorgänge bei der Anwendung des Apparats als Geber. *Schk.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens. Ein Lehrbuch der Erkenntnistheorie in Grundzügen. Von G. Heymans. 2. verbesserte Auflage. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1905. 421 S. M 11,—.

Inhalt und Methode des vorliegenden Werkes sind durch die beiden Sätze angedeutet: „Die synthetischen Urteile a priori bezeichnen die Probleme der Erkenntnistheorie“ (S. 106) und „die Erkenntnistheorie hat die Tatsachen des Denkens nicht zu kritisieren, sondern festzustellen und zu erklären“ (S. 372). Im Gegensatz zu zahlreichen Vertretern der empiristischen Theorien, die — echt dogmatisch — a priori von apriorischen Urteilen nichts wissen wollen, stellt der Verfasser durch sorgfältige Prüfung das Vorhandensein solcher Urteile in Logik, Mathematik und den Naturwissenschaften fest und sucht ihre Herkunft zu begründen. Die absolut allgemeine und notwendige Geltung der Gesetze der angewandten Logik und Arithmetik beruht darauf, daß sie nicht Naturgesetze, sondern Denkgesetze sind, „sie beziehen sich auf die regelmäßige Verbindung verschiedener Auffassungsweisen der nämlichen Naturerscheinung“ (S. 144). Alle geometrische Gewißheit entsteht, wie die Untersuchungen von Helmholtz und Riemann lehren, aus fünf einfachen synthetischen apriorischen Urteilen; das Zustandekommen dieser Urteile läßt sich nach dem Verfasser auf die Riehlsche Hypothese von der Existenz einer dreifachen Mannigfaltigkeit von Bewegungsgefühlen gründen. Die Behandlung des für die Naturwissenschaft besonders bedeutungsvollen Kausalitätsproblems knüpft an die Hamiltonsche Hypothese an, daß aus der vorauszusetzenden Unmöglichkeit des Entstehens und Vergehens das ganze kausale Denken zu erklären sei. „Ursache nennen wir die zu einer wahrgenommenen neuen Erscheinung hinzupostulierten, derselben vorhergehenden wirklichen Zustände und Prozesse, aus denen sich die der neuen Erscheinung zugrundeliegenden Zustände und Prozesse als ihre gleichmäßige Fortsetzung ergeben“ (S. 339). „Das Kausalitätsprinzip ist die jüngere Schwester des Substanzprinzips“ (S. 347). Auch die dem Kraftbegriff anhaftenden Dunkelheiten erhellten sich von diesem Standpunkt aus. Die von der Kraft der Mechanik wohl zu unterscheidende Naturkraft ist dem x einer Bestimmungsgleichung vergleichbar; sie ist keine Erklärungshypothese, sondern bezeichnet nur die Stelle, wo eine Erklärung nottut; sie bedeutet „die Umstände, deren Erkenntnis uns befähigen würde, die logische Identität zwischen den Gegenständen früherer und späterer Wahrnehmung einzusehen“ (S. 356). Die drei Grundprinzipien der Mechanik folgen unmittelbar aus der Hamiltonschen Hypothese, das Trägheitsprinzip allerdings nur in der Form eines disjunktiven Urteils, daß nämlich das im räumlichen Zustande des sich selbst überlassenen Körpers vorhandene Unveränderliche entweder der Ort oder der Bewegungszustand ist. Übrigens enthält die Mechanik außer den drei Newtonschen Prinzipien noch die meist verschwiegene Voraussetzung der Unabhängigkeit der Massen von den Kräften. Ihre Aufgabe ist die Untersuchung der Bedingungen der Begreiflichkeit gegebener Bewegungserscheinungen.

Die Darstellung ist lichtvoll und leichtverständlich; jeder Mathematiker und Physiker wird das Buch nicht nur mit größtem Gewinn, sondern auch mit hohem Genuß lesen. *Keferstein-Hamburg.*

Einführung in die Vektoranalysis mit Anwendungen auf die mathematische Physik. Von Richard Gans. Leipzig, B. G. Teubner, 1905. 98 S. mit 31 Fig. und 1 Formeltabelle.

Der Verfasser wünscht durch sein Buch dazu beizutragen, „die Vektoranalysis zum Allgemeingut der Physiker zu machen“. In der richtigen Erwägung, daß dies am sichersten durch Aufzeigen ihres praktischen Wertes geschehen wird, gibt er von der Vektoranalysis nur die für ihre Verwendung in der mathematischen Physik unentbehrlichsten Begriffe und Sätze, räumt dagegen den Anwendungen auf Probleme der Hydrodynamik und Elektrodynamik einen verhältnismäßig breiten Raum ein. In der Tat zeigt sich dabei die Eleganz der vektoranalytischen Methoden und die Anpassungsfähigkeit ihrer Sprache an den zum Ausdruck zu bringenden physikalischen Inhalt in hellstem Lichte. Die ältere Generation der Physiker wird wohl trotzdem zumeist an den bisherigen Darstellungsmitteln der mathematischen Physik festhalten, aber auch ihr wird es erwünscht sein, die zum Verständnis einer Reihe wichtiger wissenschaftlicher Veröffentlichungen unentbehrliche Kenntnis der Vektoranalysis hier auf bequemem Wege gewinnen zu können. *Keferstein-Hamburg.*

Ergebnisse und Probleme der Elektronentheorie. Vortrag, gehalten am 20. Dezember 1904 im Elektrotechnischen Verein zu Berlin von H. A. Lorentz, Professor an der Universität Leiden. Berlin, J. Springer, 1906. IV und 59 S., 8 Fig. M 1,50.

Das vorliegende, bereits in zweiter Auflage erschienene Heftchen enthält die erweiterte und mit Zusätzen versehene Wiedergabe des vom Verf. auf Einladung des Elektrotechnischen Vereins

seinerzeit gehaltenen Vortrages und kann wegen der bei aller Kürze klaren Fassung und Vollständigkeit allen warm empfohlen werden, die sich über die zurzeit im Vordergrund des Interesses der Physiker stehende Elektronentheorie zu informieren wünschen.

Biegen von Czudnochowski.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von Friedrich Kohlrausch. Zehnte vermehrte Auflage des Leitfadens der praktischen Physik. Mit zahlreichen Figuren im Text. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1905. XXVIII u. 656 S. Biegsam in Leinwand geb. M 9,—.

Mit aufrichtiger Freude sei hier die neue Auflage dieses weltberühmten Buches begrüßt. Dem praktischen Physiker ist es ein alter treuer Freund; sein Charakter erscheint zwar dem Fernerstehenden oft etwas verschlossen und herb; erst bei näherem Verkehr enthüllt er seine reichen inneren Schätze und gewährt Hilfen, die man nicht hoch genug bewerten kann. Auf dem Schreibtisch keines Physiklehrers und im physikalischen Kabinett keiner höheren Schule sollte der „große Kohlrausch“ fehlen. Bei allen praktischen Arbeiten, besonders bei Messungen sollte man ihn sorgfältig studieren. Für den Leiter von Schülerübungen ist er ganz unentbehrlich. Viele Lehrer aber ahnen gar nicht, welche reizenden einfachen theoretischen Entwicklungen in dem Buch enthalten sind. Den Abschnitt über das absolute Maßsystem mit Anschluß von Gesetzen und Erläuterungen und die Tabellen muß man fortwährend zu Rate ziehen; es gibt keinen bequemeren Weg, sich über Konstanten, Benennungen und Bezeichnungen auf dem laufenden zu erhalten. Besondere Beachtung verdienen auch in der Vorrede nicht nur die Ausführungen über die eindeutigen Bezeichnungen der physikalischen Größen, sondern auch die beiden Sätze: „Es liegt . . . für den Leser einer neuen Experimentalarbeit stets die Versuchung nahe, das Resultat, weil es Fehlerquellen der früheren zu vermeiden sucht, für das zuverlässigere zu halten; aber nicht selten wird man hinterher eines besseren belehrt. Besonders auch in der Neuzeit, wo im allgemeinen rascher veröffentlicht wird als früher, muß man bei der Bevorzugung neuer Resultate manche Vorsicht anwenden.“ Gibt es durch den Urwald physikalischer Messungsergebnisse einen weiseren und mehr erfahrenen Führer als Friedrich Kohlrausch? *H. Hahn.*

Physikalisches Praktikum. Von Dr. Georg W. Berndt, Dozent und Vorstand des Physikalischen Laboratoriums am Friedrichs-Polytechnikum Cöthen und Privatdozent an der Universität Halle. Mit 74 in den Text gedruckten Figuren. I. Teil. Halle a. S., Carl Marhold, 1906. XX und 310 S. Geh. M 3,80, geb. M 4,—.

Das Buch verdankt einem praktischen Bedürfnis seine Entstehung. Es soll die Leitung des physikalischen Praktikums am Cöthener Polytechnikum, an dem über 100 Studenten teilnehmen, unterstützen und hat also zunächst einen örtlichen und persönlichen Wert. Hierin vor allem wurzelt die Stärke des Buches. Es stellt ganz bestimmte Aufgaben, die mit ganz bestimmten Apparaten zu lösen sind. Dies bringt in den ganzen praktischen Lehrgang eine große Klarheit, Sicherheit und Einheitlichkeit hinein und ermöglicht zugleich, neben den technischen auch pädagogische Gesichtspunkte zu berücksichtigen; so ist z. B. jeder Aufgabe ein lehrreiches Beispiel angefügt. Ohne Zweifel ist das Buch für die Praktikanten des Cöthener Polytechnikums von hervorragendem Nutzen. Aber auch für den Lehrer der Physik ist es ein wertvolles Hilfsmittel. Zwar kann er daraus keine Demonstrationsversuche entnehmen, doch findet er sehr ausführliche und leicht verständliche Anleitungen, wie er gewisse Konstanten seiner Demonstrationsversuche und -Apparate bequem und sicher bestimmen kann. Für Schülerübungen sind im allgemeinen die Aufgaben zu schwer und die Apparate zu kostspielig, doch läßt sich der eine oder andere Versuch für Übungen von Primanern verwerten. Der vorliegende I. Teil, der alle Gebiete der Physik mit Ausnahme der magnetischen und elektrischen Messungen umfaßt, ist mit großem Geschick geschrieben und liest sich, obgleich er ein Leitfaden für ein Praktikum ist, sehr angenehm. Hoffentlich unterläßt es der Verleger nicht, bei einer zweiten Auflage das Buch seinem inneren Wert entsprechend mit etwas mehr Figuren auszustatten.

H. Hahn.

Technik des physikalischen Unterrichts nebst Einführung in die Chemie. Von Dr. Friedrich C. G. Müller, Professor am von Saldernschen Realgymnasium zu Brandenburg a. H. Mit 251 Abbildungen im Text. Berlin, Otto Salle, 1906. XII u. 370 S. Geh. M 6,—, geb. M 7,—.

Friedrich C. G. Müller ist unbestritten einer der hervorragendsten Demonstrationsphysiker, die Deutschland heutzutage besitzt. Er verfügt über einen erstaunlichen Reichtum an neuen und guten Gedanken und zugleich über die technischen Fertigkeiten, diese mit den einfachsten Mitteln in prächtige Versuche und Apparate umzusetzen. Dabei ist er ungemein rührig nicht nur im Ersinnen und Ausführen, sondern auch im Beschreiben seiner schönen Versuche und Apparate, wobei ihm die Gabe einer klaren und frischen Darstellung sehr zustatten kommt. Die reichen und reifen Früchte, die während fünfunddreißig Jahren eine solche unermüdliche Tätigkeit getragen hat, sind in dieser „Technik des physikalischen Unterrichts“ gesammelt und den Fachgenossen zur bequemen Benutzung

dargeboten. Hoffentlich wird dies Werk die verdiente Aufmerksamkeit erregen und dann sicher einen segensreichen Einfluß auf die technische Entwicklung des physikalischen Unterrichts ausüben.

Friedrich C. G. Müller ist sich seines eigenen Wertes wohl bewußt, doch beachtet er die Gedanken und Leistungen anderer nicht in ausreichendem Maße. In dem subjektiven Gepräge, das er seinem Werk gegeben hat, wurzeln zwar dessen meiste Vorzüge, doch auch einige Schwächen. Müller scheint stets an kleineren Orten tätig gewesen zu sein und an Anstalten, wo nur dürftige und unzureichende Mittel zur Verfügung standen. So kommt es, daß einige Ansichten, die er über die allgemeinen Einrichtungen für den physikalischen und chemischen Unterricht äußert, in etlichen wichtigen Punkten den Anforderungen, die heutzutage für unerläßlich gehalten werden, nicht Rechnung tragen, ja geradezu einen gedeihlichen Fortschritt ernstlich gefährden können; denn nur wenige besitzen das Geschick, die Arbeitskraft und die Ausdauer von Friedrich C. G. Müller. Die Bemerkung z. B., daß aus der Vereinigung des physikalischen und chemischen Unterrichts am Realgymnasium in einem einzigen Lehrzimmer nicht nur keine Schwierigkeiten, sondern manche technische Erleichterungen erwachsen, fordert sicher den kräftigsten Widerspruch jedes Physiklehrers heraus. In solchen Dingen ist man sehr feinhörig und wird es sicher nicht unterlassen, billigen und sachgemäßen Ansprüchen der Fachlehrer gegenüber die große Autorität Müllers mit Erfolg auszuspielen. Der deutsche Lehrer zeigt in seinem Beruf einen hohen Idealismus, der täglich den Schülern und dem Unterricht viel größere Opfer bringt, als Außenstehende ahnen und eigentlich annehmen können. Dieser Idealismus ist aber mimosenhaft empfindlich und verträgt keine Einschätzung nach finanziellen Gesichtspunkten. Wird für die äußeren Bedingungen des physikalischen Unterrichts nicht mit dem gleichen Idealismus gesorgt, der die Lehrer im Beruf beseelt, so wird sicher die wünschenswerte Weiterentwicklung dieses Lehrfaches in beklagenswerter Weise gehemmt.

Auf die einzelnen Versuche, Apparate und methodischen Bemerkungen kann bei der großen Fülle des Neuen, Eigenartigen und Trefflichen nicht ausführlich eingegangen werden. Von den Versuchen und Vorrichtungen seien nur folgende ganz kurz hervorgehoben, die Müller in diesem Werke zum erstenmal beschrieben hat. Der Tragständer (S. 61), der bewegliche Galgen (S. 8), die Zeigerwalze (S. 24), der Apparat zum Nachweis der wagerechten Seitenkraft bei der schiefen Ebene und zur Erläuterung der Lehre vom Segeln (S. 37 f.), die Versuchsanordnungen zur Veranschaulichung des Wesens des Kräftepaars (S. 37), die Schreibwalze mit exzentrischem Schwerpunkt (S. 44), die Versuche zur Festigkeitslehre (§ 28), die Untersuchung der dynamischen Fadenspannung an der Fallmaschine (S. 58), die Versuche über freien Fall mit Stimmgabelregistrierung (S. 61), die dynamische Spannung der Zentrifugalkraft und die statische Fadenspannung beim Fadenpendel (S. 71), die Abänderung eines bekannten Versuches über freie Achsen (S. 71), die Versuche über Stoßdruck und Stoßzeit (S. 91, 92), die Vorrichtung zum Nachweis der Druckübertragung durch Flüssigkeiten (S. 96), die Tauchröhren (S. 100), das Kolbenmanometer (S. 100), die Versuche über Diffusion und Löslichkeit der Gase (§ 53), die Vorrichtung zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Luft (S. 145), der Apparat zur Demonstration der Verbrennungswärme des Kohlenstoffes (S. 149), der Nachweis der Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke vom Einfallswinkel (S. 174), die Vorrichtung zum Nachweis, daß der gespiegelte Strahl in der Einfallsebene liegt (S. 176), die neue Form des Drehzylinders (S. 226), das Entladungselektrometer (S. 235), der Kondensator (S. 236), das hydraulische Modell zur Erläuterung der galvanischen Kette und der Dynamomaschine (S. 245), das Vertikalgalvanoskop (S. 265), die Demonstration des Biot-Savartschen Gesetzes (S. 272), die elektrolytischen Apparate (S. 286 u. 291), der Nachweis des Gegenstromes beim Elektromotor (S. 310), die Demonstration des Verhaltens eines Kurzschlußbankers im Drehfeld (S. 318) usw.

Kein Lehrer der Physik, der sich gewissenhaft auf seinen Unterricht vorbereitet, wird die tägliche Benutzung dieses Werkes unterlassen, das eine hochwillkommene und hervorragende Bereicherung unserer Hilfsmittel für den Unterricht bildet.

H. Hahn.

Experimentierende Physik. Von Dr. K. Schreiber und Dr. P. Springmann. Zugleich vollständig umgearbeitete deutsche Ausgabe von Henri Abrahams Recueil d'expériences élémentaires de Physique. I. Bd. Mit 230 Abbildungen. Leipzig, J. A. Barth, 1905. VIII u. 172 S. M 3,60, geb. M 4,40.

Die französische Vorlage dieses ausgezeichneten Werkes ist bereits in dieser Zeitschr. XVIII 247; 1905 angezeigt worden. Ein Hinweis auf diese Besprechung genügt jedoch nicht; denn wir haben es nicht mit einer Übersetzung, sondern mit einem nahezu völlig neuen Buch zu tun. Das französische Original enthält eine unter Mitwirkung zahlreicher Physiker hergestellte Stoffsammlung für Schülerübungen, die natürlich ihrer Entstehung entsprechend von ungleichem Wert sind. Die deutsche Ausgabe stellt gleichsam eine kritische Bearbeitung dieser Sammlung dar. Der vorliegende

I. Band entspricht nicht genau dem I. Teil des Originals, sondern umfaßt noch die Wellenlehre und die Akustik. Man kann den Bearbeitern nur aufrichtig dankbar sein für die treffliche Weise, in der sie ihre Aufgabe gelöst haben, zumal diese Aufgabe viel schwieriger war, als die meisten Leser ahnen. Schreiber und Springmann haben sich durch ihr Werk ein großes Verdienst um die Förderung der physikalischen Schülerübungen in Deutschland erworben. Das Buch ist weniger für die Hand des Schülers als für die des Lehrers bestimmt und bietet diesem eine wahre Fundgrube für ausgezeichnete Übungsaufgaben.

H. Hahn.

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen, Heft 7: Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven. Von Dr. Ernst Orlich. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906. VIII und 117 S., 71 Abb. Geh. M 3,50; geb. M 4,—.

Das vorliegende Heft betrifft ein bisher in der Literatur recht stiefmütterlich behandeltes, aber gleichwohl recht interessantes Gebiet; der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: I. Einleitung (S. 1 und 2), enthaltend einige allgemein orientierende Bemerkungen, II. Mathematische Darstellung von Strömen beliebiger Kurvenform (S. 2 bis 12), III. Kurvenaufnahmen (S. 13 bis 65), enthaltend Beschreibungen und Erörterungen der verschiedenen angewandten und vorgeschlagenen Methoden und Apparate, wobei Vollständigkeit in dem Sinne erstrebt ist, daß auch unreife Methoden aufgenommen sind, sofern ihre Anwendbarkeit überhaupt dargetan ist, IV. Experimentelle und mathematische Analyse, V. Harmonische Analysatoren, endlich Literaturübersicht und Namen- und Sachregister. Das auch in genügender Weise mit guten Abbildungen einer größeren Anzahl der behandelten Apparate ausgestattete Buch verdient die Beachtung weitester Kreise und sei den Lesern dieser Zeitschrift angelegentlichst empfohlen.

Biegou von Czudnochowski.

Maschinen-Telegraphen. Von A. Kraatz, Telegrapheningenieur im Reichspostamt (Telegraphen- und Fernsprechtechnik in Einzeldarstellungen, herausgegeben von Th. Karraß, Heft 1). Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906. X und 136 S., 158 Abb. Geh. M 5,—; geb. M 5,80.

Wie die Elektrotechnik im ganzen, so soll nun auch eines ihrer wichtigsten Teilgebiete in einer Reihe von Einzelschriften zur Darstellung gelangen, deren erste hier vorliegt. Den Gegenstand dieses Heftes bilden die zu den verwickeltesten, aber auch interessantesten Vorrichtungen gehörenden Maschinentelegraphen, d. h. diejenigen Telegraphenapparate, bei denen das Abtelegraphieren auf maschinellem Wege geschieht, und zwar sind nur behandelt die Apparate von Wheatstone, Creed, Buckingham, Donald Murray, Pollack & Virag, Siemens & Halske, von denen vornehmlich die letztgenannten beiden wegen der ihnen zugrunde liegenden Prinzipien auch einiges Interesse seitens der Physiker beanspruchen dürfen. Die Darstellung ist klar, die Abbildungen sind durchweg zweckmäßig und übersichtlich. Nach dem vorliegenden zu urteilen, dürften die weiteren Hefte viel Interessantes aus der angewandten Physik bringen.

Biegou von Czudnochowski.

Physikalische Chemie mit Anwendungen auf die Chemie und Biologie. Von Victor Henri, Dr. phil. und docteur es sciences. Band I. Paris, A. Hermann, 1906. XII und 336 S. Subskriptionspreis Frs. 15,—.

Das Buch ist aus einer Vorlesung in der Pariser naturwissenschaftlichen Fakultät hervorgegangen. Es ist wohl das erste größer angelegte französische Werk über moderne und praktische physikalische Chemie und daher als Gegenstück zu den Werken von Berthelot einerseits, Duhem andererseits freudig zu begrüßen. Der Verf. hat eine gute deutsche Schulung durchgemacht. Er geht stets vom Experiment aus, gibt Einzelheiten der Versuchs- oder Meßanordnung an, entwickelt dann erst die Theorien und schließt mit Anwendungen aus der analytischen Praxis und namentlich aus der Biologie. Der vorliegende Band behandelt die physikalische Chemie der Lösungen. Die Darstellung ist frisch und ansprechend; sie erschöpft die Materie, ohne durch zuviel Einzelheiten zu ermüden. Neues wird nicht beigebracht, aber vor allem in dem biologischen Kapitel ist eine übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten Experimentalbefunde ein großes Verdienst! *W. Roth.*

Moderne Chemie. Von Sir William Ramsay. II. Teil: Systematische Chemie. Ins Deutsche übertragen von Dr. Max Huth, Chemiker der Siemens & Halske A.-G. Berlin. Halle a. S., W. Knapp, 1906. S. 155—395. M 3,—.

Dem in dieser Zeitschrift (XIX 51) besprochenen I. Teil des Werkes, der „Theoretischen Chemie“, ist bald genug der II. Teil, die „Systematische Chemie“, gefolgt — beiläufig eine anerkennenswerte Leistung seitens des Übersetzers. Wir haben es in diesem zweiten Teile noch mehr als im ersten mit einem durch und durch originalen Buche zu tun. Man darf es jedoch nicht an dem Maßstab der bei uns in so stattlicher Zahl vorhandenen Lehrbücher der Chemie messen wollen, selbst nicht der ebenfalls so originalen, wie z. B. der Ostwaldschen „Grundlinien der anorganischen Chemie“. Da würde man ihm nach verschiedenen Richtungen hin Unrecht tun. Man darf nicht Vollständigkeit

in ihm suchen — schon der geringe Umfang (241 S.) ist hier zu bedenken — auch keine eingehenden Ausführungen über technische Darstellungen und Fabrikationsmethoden — dieser Teil enthält keine einzige Abbildung —; und doch ist er in gewisser Hinsicht vollständiger wie manches viel umfangreichere Lehr- oder Handbuch und enthält auch in Beziehung auf die Technik Bemerkungen, die so den Kern der Sache treffen, wie man es selten in solcher Kürze wiederfindet. Man darf aber auch nicht einen Abriß der „systematischen“ Chemie in dem bei uns üblichen Sinne erwarten — und damit kommen wir auf diejenige Seite der Arbeit zu sprechen, die für sie in hervorragendem Maße kennzeichnend ist. Der Stoff ist nicht nach den sonst üblichen Elementengruppierungen — die mehr oder weniger durch das Periodische System beeinflusst sind — sondern, wenigstens im großen und ganzen, nach den Hauptklassen der Verbindungen geordnet. Um die Art, wie diese Behandlung durchgeführt ist, ungefähr zu charakterisieren, sei der „Inhalt“ einzelner Abschnitte des Buches hier abgekürzt wiedergegeben. Nachdem im I. der 10 Kapitel des Buches hauptsächlich „die Abscheidung der Elemente aus ihren Verbindungen“ ziemlich eingehend behandelt ist — ein Abschnitt, der, allerdings viel gekürzter, schon in der „Theoretischen Chemie“ anzutreffen ist, und zugleich ein Abschnitt, wie er uns in dieser Form weder in deutschen noch in ausländischen Lehrbüchern begegnet ist — sind in Kapitel II vornehmlich die „Hydride“ behandelt, und zwar zuerst Metallhydride (von Li, Na, K, Fe, Ni, Pd, Pt), aber nicht etwa einzeln nach dem sonst üblichen Schema „Darstellung“, „Eigenschaften“ usw., sondern in zusammenfassender Weise, indem überhaupt das Verhalten der Elemente zum Wasserstoff erörtert wird, und indem nach Darstellungsmethoden — a) Einwirkung von Elementen aufeinander, b) Einwirkung eines Elementes auf eine Verbindung, c) Erhitzung von Verbindungen, d) Einwirkung von Verbindungen aufeinander — gruppiert wird. Der Begriff Hydride ist hier ganz allgemein gefaßt, viel weiter als sonst üblich; denn es werden u. a. auch die Wasserstoffverbindungen der Halogene, ferner die Stickstoffwasserstoffsäure (HN_3) und — wenigstens prinzipiell — die gesamten Kohlenwasserstoffe hinzugezogen. Das Calciumhydrid, das ganz neuerdings berufen erscheint, eine bequeme Wasserstoffquelle abzugeben, findet sich noch nicht berücksichtigt. Kapitel III behandelt die „Halide“ (der Ausdruck erscheint akzeptabel) und handelt ferner von Kristallwasser; endothermischen Verbindungen; Massenwirkung; Farbe der Ionen; — wie man erkennt, ist hier wie auch anderwärts noch viel „Theoretisches“ mit abgehandelt, z. T. speziellere Ausführungen dessen, was schon im ersten, „theoretischen“ Teile geboten wurde, z. T. auch ganz Neues. Aus weiteren Kapiteln greifen wir heraus: IV „Oxyde und Hydroxyde“; V „Peroxyde“, „Komplexe Oxyde“; VI „Basische Salze“, „Karbonate und Thiokarbonate“, „Silikate“; VII „Nitrate“, „Phosphate“; VIII „Chlorate“, „Chromate“, „Manganate“, „Salze von Alkoholradikalen“; IX „Nitride“, „Phosphide“, „Arsenide“, „Cyanide“; X „Boride“, „Karbide“, „Silicide“. — Daß der Stoff in dieser Weise behandelt und gruppiert wird, erscheint in höchstem Grade bedeutsam, besonders in Ansehung der methodischen Bestrebungen auf dem Gebiete des chemischen Mittelschulunterrichts. Denn wenn vereinzelte deutsche Unterrichtsbücher methodischer Richtung (in strengerem Sinne) seit langem ähnliche Wege beschritten haben, und wenn jetzt ein Mann von der Bedeutung Ramsays gerade in dieser Weise am besten ein Bild von der „modernen Chemie“ zu entwickeln glaubt, so ist dies gewiß ein eigentümliches Coincidieren, eine Tatsache, die zu denken gibt, und die besonders denen ans Herz gelegt sein soll, die in der üblichen „Systematischen Anordnung“ — welche im Grunde genommen gar keine wirkliche Übersicht über das Vorhandene, zumal über das in der Natur Vorhandene, vielmehr ein buntes Mosaik bietet — das alleinige Heil erblicken.

Die Lektüre des Buches ist fast auf jeder Seite ein Genuß. Daß die Ausführungen über „die Analyse der Atmosphäre“ (S. 158), über das Argon, Helium und die übrigen Edelgase aus der authentischen Feder des Entdeckers einen ganz besonderen Reiz und Wert haben, bedarf kaum eines Hinweises — hier bleibt nur zu wünschen, daß der Verfasser in seinen Mitteilungen nicht so vornehm zurückhaltend geblieben wäre. — Hinsichtlich der Übersetzung konnte der Ausdruck „unendlich klein“ (S. 190), der sich auf die vom erwärmten Radium einmalig abgegebene Gasmenge bezieht, vermieden werden; desgleichen hieße es S. 170 statt „Dampfes“ verständlicher „Wasserdampfes“. Im übrigen ist aber die Übersetzung so vorzüglich, daß dem Buche der fremdsprachliche Ursprung überhaupt nicht anzumerken ist.

O. Ohmann.

Die neuere Entwicklung der Kristallographie. (Die Wissenschaft. Sammlung naturwiss. und math. Monographien. Heft 7.) Von Dr. H. Baumhauer, Prof. a. d. Univ. Freiburg (Schweiz). Mit 46 Abb. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 184 S. M 4,—.

Das Buch behandelt nach einer Einleitung, in der u. a. auch der flüssigen Kristalle gedacht wird, in übersichtlicher Weise die Kristallklassen und die Pseudosymmetrie, die Ermittlung der Symmetrieverhältnisse, die Zwillingsbildung, die Flächenentwicklung und das Wachstum der Kristalle

und als Schlußkapitel die chemische Kristallographie. Der Anhang ist gewiß manchem eine willkommene Beigabe, da er die Kristallklassen, Namen und Symbole der Formen nach P. von Groths großer physikalischer Kristallographie enthält. Bei aller Kürze ist das Buch außerordentlich inhaltsreich und insbesondere dem Physiker und Chemiker, der entweder einen Einblick in die neueren Anschauungen und Bezeichnungen gewinnen will oder gelegentlich gezwungen ist, kristallographische Studien zu treiben, angelegentlich zu empfehlen.

O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Die Elemente der Mechanik vom Standpunkte des Hamiltonschen Prinzips. (Teil II.) Von Prof. Dr. Karl Hollefreund. Ostern 1906. Luisenstädtisches Realgymnasium zu Berlin. 23 S. und zwei Tafeln. Pr.-Nr. 113.

Der Verfasser wendet in dieser Abhandlung das Hamiltonsche Prinzip auf die Bewegung eines starren Körpers um einen festen Punkt an und untersucht darauf den Einfluß der Erdrotation auf die Bewegung eines Massenpunktes an der Erdoberfläche. Die zweite dieser beiden Aufgaben führt zur Berechnung des Seitendrucks, den ein auf beliebig gerichteter Bahn bewegter Körper auf die Bahn ausübt; ein solcher Druck ist auch vorhanden, wenn der Körper sich auf einem Parallelkreise bewegt. Die Aufgabe wird dann allgemein für die Bewegung auf einem Rotationsellipsoide gelöst, es wird endlich auch das Foucaultsche Pendel unter dem Einfluß der abgeplatteten Erde behandelt, wobei sich das Auftreten der Coriolisschen Kraft ergibt. In einer Anmerkung verurteilt der Verfasser gewisse Unrichtigkeiten bei der elementaren Behandlung des Foucaultschen Versuchs, insbesondere die irrige Behauptung, „daß ein Pendel seine Schwingungsebene im Raume unverändert beibehält, wie man auch den Aufhängepunkt bewegen mag“.

P.

Zur Entdeckungsgeschichte der lichtelektrischen Erscheinungen. Von Prof. Dr. Martin Trautscholdt. Nikolaigymnasium zu Leipzig. Ostern 1906. Pr.-Nr. 676. 56 S.

Wir haben eine überaus sorgfältige Arbeit vor uns, die sich nicht damit begnügt, Namen und Tatsachen zusammenzustellen, sondern auch tunlichst auf den Gedankengang der einzelnen Forscher eingeht. Von lichtelektrischen Erscheinungen werden drei Hauptformen unterschieden und gesondert behandelt: A. Die Beeinflussung von selbständigen Entladungen, wie Funken-, Büschel- und Glimmentladungen durch das Licht (Hertz-Effekt); B. Die lichtelektrische Zerstreuung (Hallwachs-Effekt); C. Die lichtelektrische Erregung, d. h. die Erzeugung positiver Elektrizität auf ungeladenen Körpern durch Belichtung. In einem weiteren Abschnitt wird eine kurze historische Übersicht von der Theorie der lichtelektrischen Erscheinungen gegeben, die nach der heut herrschenden Ansicht auf der Emission negativer Elektronen von seiten des belichteten Körpers beruhen. In einem Schlußabschnitt gibt der Verfasser dankenswerte Anleitung, wie die Grundversuche für die unter A und B angegebenen Erscheinungen sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln anstellen lassen, desgleichen auch für die Demonstration des Zicklerschen lichtelektrischen Telegraphen. Ein Literaturverzeichnis von 212 Nummern ist der Abhandlung angefügt, die zu genauerer Orientierung manchem um so willkommener sein wird, als selbst die größeren Lehrbücher der Physik diesem Gegenstande nur wenig Raum widmen.

P.

Ausgewählte Kapitel aus der Physik des menschlichen Körpers. Zweite Auswahl. Von Franz Bertheau. Realschule vor dem Lübeckertore zu Hamburg. Ostern 1906. Pr.-Nr. 910. 30 S. und eine Figurentafel.

Eine erste, vor drei Jahren erschienene Arbeit über denselben Gegenstand ist in d. Zschr. (XVII 380) anerkennend besprochen und der Beachtung der Fachgenossen aufs wärmste empfohlen worden. Die vorliegende Abhandlung ist gleichfalls überaus verdienstlich, sie führt teils früher behandelte Kapitel weiter aus, teils fügt sie neue Kapitel hinzu und geht dabei auch auf die physiologische Seite der Erscheinungen näher ein, was den Lesern, die auf diesem Gebiet meist weniger heimisch sein dürften, willkommen sein wird. Zur Darstellung kommen: die sogenannten mechanischen Fehler des Herzens; das Parallelogramm der Kräfte bei gewissen Armbewegungen; das statische Moment beim Heben einer Last; die feste Rolle als Maschine zur Veränderung der Richtung von Muskelkräften; die Schraube als Maschine am menschlichen Skelett; Geräusch, Ton und Klangfarbe in den Luftwegen des Menschen; Geräusche beim Atmen (Schnaufen, Schnarchen, Stöhnen, Sprachlaute); der Kehlkopf als Zungenpfeife; Höhe und Tiefe des Kehlkopftones; Tonstärke der menschlichen Stimme; Muskeltöne; Einwände gegen die Helmholtzsche Theorie des Hörens; Ewalds neue Theorie

des Hörens; das Ohr als Camera acustica; Ohr und Auge, ein Vergleich zweier Apparate zum Empfang von Schall- und Lichtwellen; das Auge als photographische Linse; Regulierung der Körperwärme; Verdunstung und Verdunstungskälte; ist der arbeitende Muskel als Dampfmaschine anzusehen?; der Muskel als chemodynamische Maschine; eine Ionentheorie im menschlichen Körper; über Ionen, welche rhythmische Zuckungen der Skelettmuskeln hervorrufen. In einem Anhang, „Über den Zusammenhang des Physischen und Psychischen“, wird noch gehandelt über: mechanische Wirkungen des Körpers auf den Geist; mechanische Wirkungen des Geistes auf den Körper; das Verwechseln von rechts und links; aus Boltzmanns „Mechanik im Leben“.

Schon diese Aufzählung wird erkennen lassen, wie reichhaltig und interessant die Abhandlung ist. Wie bei der ersten Abhandlung wird auch bei dieser dem Lehrer überlassen bleiben müssen, wie viel davon er direkt für seinen Unterricht verwenden will.

P.

Versammlungen und Vereine.

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

15. Hauptversammlung zu Erlangen in der Pfingstwoche 1906.

Diese erste Versammlung auf bayrischem Boden wurde in der ersten allgemeinen Sitzung von dem Vorsitzenden des Ortsausschusses, Herrn Prof. E. WIEDEMANN, von dem Vertreter der Regierung, Herrn Reg.-Rat KIRTEL, von dem Bürgermeister Herrn FRÄNGER, namens des Prorektors der Universität von Herrn Prof. GEIGER und namens der physiko-medizinischen Gesellschaft von Herrn Prof. SPULER aufs freundlichste begrüßt. Nach der Erwiderung von seiten des Vorsitzenden, Herrn Prof. PIETZKER, sprachen Herr Konrektor Prof. Dr. J. DUCRUE (München) über „geometrische Propädeutik“ und Herr Dr. WIELEITNER (Speyer) über den „Zahl- und Mengenbegriff im Unterricht“.

In der ersten Abteilungssitzung hielt Herr Prof. GRIMSEHL (Hamburg) einen Experimentalvortrag über „Vorlesungsversuche zur Wellenlehre“, Prof. E. WIEDEMANN einen Vortrag über „die Ausbildung der Lehrer der Physik an den Hochschulen“. Beide Vorträge sind in diesem Heft der Zeitschr. (S. 265 und S. 271) veröffentlicht. Herr Prof. PIETZKER zeigte die Esselingsche Zeichnung des regelmäßigen Sechzigecks vor. An die Sitzung schlossen sich die Besichtigungen des physikalischen und des chemischen Instituts der Universität an.

In der zweiten allgemeinen Sitzung sprachen Herr Prof. E. WIEDEMANN über „das Experiment im Altertum und Mittelalter“ und Herr Prof. HESS (Ansbach) über „Probleme der Gletscherforschung“.

In der zweiten Abteilungssitzung führte Herr Prof. WEHNELT (Erlangen) „Demonstrationen von Entladungserscheinungen in verdünnten Gasen“ vor; Herr Dr. WIMMER (München) sprach über „die Verwendung von mikroskopischen Präparaten im Mittelschulunterricht“; Herr Dr. RÜHLMANN (Halle a. S.) wies darauf hin, wie auch im Rahmen der gegenwärtig verfügbaren Unterrichtszeit es wohl möglich sei, die Schüler zu einer praktischen Selbsttätigkeit im Physikunterricht heranzuziehen. Es folgten die Besichtigungen des pathologischen, des mineralogisch-geologischen Instituts und des botanischen Gartens.

In der letzten allgemeinen Sitzung berichtete Herr Prof. PIETZKER über „die Stellung der Fachkreise zu den Vorschlägen der von der Naturforschergesellschaft eingesetzten Unterrichtskommission“, woran sich eine lebhafte Diskussion anschloß. Als Ort für die nächstjährige Versammlung wurde Dresden gewählt. Der diesjährigen Versammlung konnte von dem Vorsitzenden in seinem Schlußwort nachgerühmt werden, daß durch sie sowohl die Annäherung der Fachgenossen in Nord und Süd wie die Pflege der Wechselbeziehungen zwischen Hochschule und höherer Mittelschule eine ersichtliche Förderung erfahren haben.

Ferienkurs an der Universität Erlangen.

Vom 16.—22. Juli 1906.

Zu dem Ferienkurs hatten sich 50 Teilnehmer eingefunden. Es wurden nachstehend verzeichnete Vorträge und Übungen abgehalten:

1. Geh. Hofrat Prof. Dr. GORDAN: Über Normalform der allgemeinen Gleichung 5. Grades, und zwar über die Normalform von Bring: $x^5 + x + a = 0$ und über die Normalform von Brioschi: $x^5 - 10x^3 + 45x + a = 0$.

2. Prof. Dr. NÖTHER: Vortrag über Hensels neue Art von Arithmetik mit Anwendung auf arithmetische Kriterien algebraischer und transzendenter Zahlen.

3. Prof. Dr. WIEDEMANN: I. Spektralanalyse. Verschiedene Theorien von dem Leuchten. Temperatur- und Luminiszenzstrahlung. Gesetze der Temperaturstrahlung. Temperatur der Sonne. Emissionsspektren. Linien- und Bandenspektren. Spektren der Kanalstrahlen. Ursachen der Banden- und Linienpektren. Absorptionsspektren, Spektren der Ionen, Pleochroismus, Einfluß des Lösungsmittels. Einfluß der Zusammensetzung bei verwandten Verbindungen. Farbe des Wassers und des Himmels. — II. Körper mit Oberflächenfarben. Anormale Dispersion. Mehrfache Reflexion, Reststrahlen. Elliptische Polarisation. Farben in der Natur. Absorptionsfarben, Interferenzfarben, Resonanzfarben. Glanz an Oberflächen; Farben an Gemälden, Stoffen usw. Helligkeitswerte. Perspektive. — III. Demonstrationsapparate. Foucaultsches Pendel, Pendel für Sinuskurven, starre Kette, Modell für Passatwinde, Erläuterung des Luftdruckes, Gefäß für Rückstoß, Versuche mit Wasserwellen, Apparat für innere Reibung. Pendel für Schwebungen. Resonatoren für Stimmgabeln. Apparat von Ernecke für optische Fundamentalversuche. Apparat für kurzsichtiges und weitsichtiges Auge. Mikroskop und Stereoskop von Leitz. Geisermode, Gletschermodell. Dynamomaschinenmodelle. Modelle von Meßinstrumenten. Pendel von Waltenhofen.

4. Prof. Dr. WEHNELT: Beugungstheoretische Darstellung der Abbildung von Gegenständen im Mikroskop. Experimentelle Bestätigung der Abbeschen Theorie. Apertur, Immersion. Untere Grenze der ähnlichen Abbildung. Sichtbarmachung von Teilchen, die zu klein sind, um eine ähnliche Abbildung zu ermöglichen. Ultramikroskopische Teilchen. Brownsche Bewegungen im Ultramikroskop. Bestimmung der Größe ultramikroskopischer Teilchen. — Identität zwischen bewegtem Elektron und elektrischem Strom. Elektrodynamische Kettenlinie, Bahngleichung bewegter Elektronen. Hall-Effekt. Zeemann-Effekt. Magnetische Drehung der Polarisationsebene.

5. Prof. Dr. HENRICH: Vortrag über Radioaktivität. Geschichte, Eigenschaften und Verbreitung der radioaktiven Elemente. Desaggregationstheorie. Demonstration zweier Präparate von Radiumbromid und Polonium.

6. Prof. Dr. LENK: Doppelbrechung; Elastizitätsachsen; Pleochroismus. Dispersion, Lage und Winkel der optischen Achsen; Anomalien.

7. Prof. Dr. A. FLEISCHMANN: Die geschlechtliche Differenzierung bei den Insekten, speziell der Honigbiene. Die geschlechtliche Differenzierung bei den Säugetieren. Über 1200 Schafembryonen waren untersucht worden, bis man eine Gesetzmäßigkeit entdeckte.

8. Prof. Dr. H. SOLEREDER: Die Reizempfindlichkeit und die Sinne der Pflanzen. Die Sinnesorgane für mechanische Reize wie Fühltüpfel, Fühlpapillen und Fühlhaare, an Beispielen erläutert. Die Sinnesorgane für den Schwerkraftsreiz: Die Statolithenorgane in der Wurzel (Columella der Wurzelhaube) und in dem Stengel (Stärkescheide). Die Sinnesorgane für Lichtreize: Struktur der den Lichtreiz perzipierenden Oberhaut bei den euphotometrischen Blättern.

9. Prof. Dr. PECHUEL-LÖSCHE: Völkerpsychologie. Tod und Seele. Gegenstände und Kräfte. Elementargeister. Ahne, Fetisch, Götze. Animismus und Fetischismus.

10. Privatdozent Dr. REIGER: Brechung des Lichtes. Elastische und elektromagnetische Lichttheorie. Doppelbrechung. Polarisation. Untersuchung des polarisierten Lichtes. Babinetscher Kompensator. Deformation elastischer Körper und die dadurch bedingte Doppelbrechung. Durch Erwärmung hervorgerufene Doppelbrechung fester Körper. Einfluß des Drucks auf die Doppelbrechung der Kristalle. Deformation zähflüssiger Körper und die dadurch bedingte Doppelbrechung. Anomalien der künstlichen Doppelbrechung.

11. Demonstrationen von Prof. Dr. WEHNELT und Dr. REIGER: Newtonsche Massenanziehung. Elektrische Schwingungen. Aufnahme von Resonanzkurven. Wellenmessung nach Drude und Slaby. Herstellung elektrischer Öfen. Potentialverteilung in stromdurchflossenen Flächen. Radioaktivität. Nebelbildung durch Staub und Ionen (J. J. Thomsons Methode zur Bestimmung der Ladung e eines Elektrons). Sättigungsströme in durch Röntgenstrahlen ionisierter Luft. Sättigungsströme an glühenden CaO-Elektroden. Bestimmung von ϵ/μ durch magnetische Ablenkung der Kathodenstrahlen. Elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen. Schichtenbildung in Entladungsröhren. Fluoreszenz durch weiche Kathodenstrahlen. Universalrohr für elektrische Entladungen in verdünnten Gasen. Optisches Pyrometer. Umows Versuche über Polarisation. Projektionsapparat mit Nernstlampe.

12. Handfertigkeitsübungen im Behandeln von Glas und in der Bearbeitung der Metalle. Herstellung von Quarzfäden. Die Übungen wurden geleitet von Herrn HANS GEIGER und Herrn GLASER.

13. Herstellung von Diapositiven unter Anleitung von Herrn SOMMER.

14. Besichtigungen des physikalischen Instituts und des Anfängerpraktikums sowie des neuen chemischen Instituts.

Am Mittwoch, den 18. Juli, fand unter Führung der Prof. WIEDEMANN und WEHNELT ein Besuch der Landesausstellung in Nürnberg statt, und am Sonntag, den 22. Juli, wurde eine geologische

Exkursion in die fränkische Schweiz unternommen. Die Exkursion, auf der die neuentdeckte Binghölle besichtigt wurde, leitete Prof. Dr. LENK.

An den zwanglosen Abendzusammenkünften beteiligten sich die Herren Dozenten des Ferienkurses stets in größerer Anzahl, und es war dadurch Gelegenheit zu anregendem Gedankenaustausch gegeben.

Adami.

Korrespondenz.

Sonderhefte der Zeitschrift. Von den Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaften erschien Heft 1 des zweiten Bandes: Elementare Messungen aus der Elektrostatik von Prof. Dr. KARL NOACK. Mit 34 Figuren. 55 S. M 2,—.

Zur Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Gymnasien. Der österreichische Minister für Kultus und Unterricht hat unterm 3. Juli 1906 eine Verfügung erlassen, worin er versuchsweise gestattet, daß über Antrag der Landesschulbehörde im Einvernehmen mit den Lehrkörpern der Unterricht in Physik in der VII. Klasse der Gymnasien in wöchentlich vier Stunden (bisher drei) erteilt werde. Im zweiten Semester sind je zwei Stunden in der Woche speziell dem Unterricht in der Chemie zu widmen. Dabei wird vorausgesetzt, daß durch diese Stunden die Gesamtzahl der wöchentlichen obligaten Unterrichtsstunden in der bezeichneten Klasse 26 (ohne Turnen) nicht überschreitet. . . . „Der Zweck dieser Verfügung, die mit dem Schuljahre 1906/7 in Kraft tritt, ist, dem Unterricht in der Physik lediglich eine leichtere Verarbeitung und größere Vertiefung des gegenwärtig vorgeschriebenen Lehrstoffes, dagegen dem Unterrichte in der Chemie eine umfassendere Behandlung dieses Gegenstandes an Gymnasien zu ermöglichen.“

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1905. 61. Jahrg. II. Abt. Elektrizität und Magnetismus. Redigiert von Karl Scheel. 714 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1906. — Die Physikalischen Institute der Universität Göttingen. Festschrift 1906. 200 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. — **O. Fischer**, Theoretische Grundlagen für eine Mechanik der lebenden Körper. Mit 67 Fig. 372 S. B. G. Teubner, 1906. M 14,—. — **Sammlung Götschen**: A. Kistner, Geschichte der Physik. I. Die Physik bis Newton. Mit 13 Fig. 117 S. II. Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 3 Fig. 130 S. Leipzig, G. J. Götschen, 1906. Je M —,80. — **K. Kraus**, Experimentierkunde. Mit 503 Abb. 353 S. Wien, A. Pichler, 1906. M 4,20, geb. M 4,50. — **J. Heussi**, Leitfaden der Physik. 16. Aufl. Mit 199 Abb. Neu bearbeitet von E. Götting. 139 u. 42 S. Berlin, O. Salle, 1906. M 1,80. — **Koppe-Husmann**, Anfangsgründe der Physik. 31. Aufl. Mit 462 Abb. Bearbeitet von K. Knops. 604 S. Essen, G. D. Baedeker, 1906. M 6,—. — **E. Grimsehl**, Ausgewählte physikalische Schülerübungen. 42 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. M —,80. — **R. Weinland**, Anleitung für das Praktikum in der Maßanalyse. 2. Aufl. Mit 1 Abb. 113 S. Tübingen, J. C. Mohr, 1906. M 2,50, geb. M 3,—. — **W. Katmann**, Kurze Anleitung zur chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Produkten. 2. Aufl. Mit 3 Abb. 153 S. Leipzig, F. Deuticke, 1906. M 4,—. — **G. John** und **R. Sachsse**, Lehrbuch der Chemie. Mit 101 Fig. Kleine Ausgabe. 334 S. B. G. Teubner, 1906. M 3,—. — **F. Strauß**, Organische Chemie. Mit 131 Abb. 279 S. Wien, k. k. Schulbücherverlag, 1907. 2 Kr. 40 H. — **M. Dittrich**, Chemisches Praktikum. 216 S. Heidelberg, C. Winter, 1906. M 5,—. — Enzyklopädie der Photographie: Heft 54. E. Sedlacek, Die Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren. 156 S. M 4,—. Heft 55. E. Kempke, Der Porträt- und Gruppenphotograph beim Setzen und Beleuchten. 40 S. M 1,20. Halle a. S., W. Knapp, 1906. — **W. v. Oechelhaeuser**, Technische Arbeit einst und jetzt. 51 S. Berlin, Julius Springer, 1906. M 1,—. — **H. Rudolph**, Erdmagnetismus und Luftelektrizität. 49 S. Coblenz, Selbstverlag, 1906. M 1,50. — Handbuch für Lehrer höherer Schulen. Bearbeitet von A. Auler, O. Boerner, W. Capitaine, K. Fricke u. a. 704 S. B. G. Teubner, 1906. — Aus Natur und Geisteswelt: **F. Paulsen**, Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. 1. bis 10. Tausend. 192 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. M 1,25. — **M. Nath**, Schülerverbindungen und Schülervereine. 136 S. B. G. Teubner. M 2,60. — **Sonderabdrücke**: Über die Grenzen des Naturerkennens. Von J. Classen. Mit 1 Abb. 17 S. S.-A. Jahrbuch der Hamburger wissenschaftlichen Anstalten XXIII, 1905. — Anwendungen des Mikrophonprinzips. Von Chr. Jensch u. H. Sieveking. 64 S. S.-A. Jahrb. d. Hamb. wiss. Anstalten XXIII, 1905. — Die Berechnung der Größe der Wolkenelemente aus meteorologisch-optischen Erscheinungen. Von J. Pernter. S.-A. „Hann-Band“ der Meteorologischen Zeitschr. 1906. — Luft-

elektrische und photometrische Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 in Pahma. Von J. Elster, H. Geitel und F. Harms. S.-A. „Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity“, March 1906. — Fließende Kristalle und Organismen. Mit 5 Fig. 14 S. Leipzig, W. Engelmann, 1906. Von O. Lehmann. S.-A. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen.

Himmelserscheinungen im Oktober und November 1906.

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

		Oktober						November						
		1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30
☿	AR	12 ^h 49 ^m	13.19	13.48	14.17	14.46	15.14	15.42	16. 8	16.32	16.49	16.56	16.46	16.21
	D	— 4 ^o	— 8 ^o	— 12 ^o	— 15 ^o	— 18 ^o	— 20 ^o	— 22 ^o	— 24 ^o	— 25 ^o	— 25 ^o	— 24 ^o	— 23 ^o	— 20 ^o
♀	AR	15 ^h 19 ^m	15.37	15.54	16. 9	16.23	16.35	16.44	16.50	16.51	16.48	16.42	16.31	16.19
	D	— 23	— 24	— 25	— 26	— 27	— 28	— 28	— 28	— 28	— 27	— 26	— 24	— 23
☉	AR	12 ^h 27 ^m	12.45	13. 4	13.22	13.41	14. 0	14.19	14.39	14.59	15.19	15.40	16.01	16.22
	D	— 3	— 5	— 7	— 9	— 10	— 12	— 14	— 15	— 17	— 18	— 20	— 21	— 22
♂	AR	10 ^h 55 ^m	11. 7	11.19	11.30	11.42	11.53	12. 5	12.16	12.28	12.39	12.51	13. 2	13.14
	D	+ 8	+ 7	+ 6	+ 5	+ 3	+ 2	+ 1	0	— 2	— 3	— 4	— 5	— 7
♃	AR	6 ^h 42 ^m		6.46		6.48		6.48		6.47		6.45		6.41
	D	+ 23		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23		+ 23
♄	AR	22 ^h 48 ^m							22.43					
	D	— 10							— 10					
☉	Aufg.	6 ^h 1 ^m	6. 9	6.18	6.27	6.36	6.45	6.55	7. 4	7.13	7.22	7.31	7.40	7.48
	Unterg.	17 ^h 38 ^m	17.26	17.15	17. 3	16.53	16.42	16.32	16.23	16.14	16. 6	15.59	15.54	15.49
☾	Aufg.	17 ^h 45 ^m	19.36	23.13	4. 0	10.50	15. 3	16.52	19.19	—	5.34	11.50	14.20	16. 8
	Unterg.	4 ^h 17 ^m	9.57	14.29	16.55	19.30	—	5.33	10.50	14. 7	16. 9	20.15	1. 6	6.42
Sternzeit im mittl. Mittg.		12 ^h 37 ^m 5 ^s	12.56.48	13.16.31	13.36.13	13.55.56	14.15.39	14.35.22	14.55. 5	15.14.47	15.34.30	15.54.13	16.13.56	16.33.38
Zeitgl.		— 10 ^m 4 ^s	— 11.38	— 13. 2	— 14.13	— 15.10	— 15.52	— 16.16	— 16.20	— 16. 4	— 15.26	— 14.26	— 13. 7	— 11.29

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M. E. Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
	Okt. 17, 23 ^h 43 ^m Nov. 16, 9 ^h 36 ^m	Okt. 24, 14 ^h 50 ^m Nov. 23, 1 ^h 40 ^m	Okt. 2, 13 ^h 49 ^m Nov. 1, 5 ^h 46 ^m	Okt. 10, 16 ^h 40 ^m Nov. 9, 10 ^h 45 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Oktober	unsichtbar	die Sichtbarkeitsdauer am Abendhimmel nimmt bis auf 1/4 Stunde ab	die Sichtbarkeitsdauer am Morgenhimmel wächst bis auf 2 1/4 Stunden	anfangs 8 1/2, am Ende des Monats 10 Std. lang bis zur Morgendämmerung sichtbar	abends und nachts 8 3/4 bis 7 1/2 Std. lang sichtbar
im November	unsichtbar	wird gegen Mitte d. Monats unsichtbar. Untere Konjunktion am 30.	die Sichtbarkeitsdauer wächst bis auf 3 1/4 Stunden	die Dauer der Sichtbarkeit wächst bis auf 12 3/4 Stunden	geht in der zweiten Hälfte des Monats bereits um Mitternacht unter
Phänomene der Jupitermonde	Okt. 28 23 ^h 32 ^m 51 ^s Nov. 1 22 3 26 13 21 48 31	51 ^s M. E. Z.	I E II E I E	Nov. 20 23 ^h 42 ^m 19 ^s 29 20 4 46	M. E. Z. I E I E

Veränderliche Sterne (M. E. Z.):

Okt. 3	22 ^h 19 ^m	Algol-Min.	Okt. 26	21 ^h 6 ^m	λ Tauri-Min.	Nov. 15	22 ^h 34 ^m	Algol-Min.
6	19 ^h 8 ^m	Algol-Min.	30	19 ^h 59 ^m	λ Tauri-Min.	18	19 ^h 23 ^m	Algol-Min.
18	21 ^h	δ Cephei-Max.	Nov. 3	18 ^h 51 ^m	λ Tauri-Min.	25	18 ^h	ζ Gemin.-Min.
22	22 ^h 14 ^m	λ Tauri-Min.	7	23 ^h	δ Cephei-Min.	30	18 ^h	ζ Gemin.-Max.
26	20 ^h 51 ^m	Algol-Min.						

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.