

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XIX. Jahrgang.

Erstes Heft.

Januar 1906.

Apparat für Reflexion und Lichtbrechung im Wasser¹⁾.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Der bekannte Tyndallsche Apparat ist, soweit mir die verschiedenen Konstruktionen zu Gesicht gekommen sind, für quantitative Versuche kaum geeignet und für qualitative nicht handlich genug, sodann gestattet er nur den Gang eines einzelnen Lichtstrahles zu verfolgen.

Der Stahlbergsche Apparat (ds. Zeitschr. XV 1902, 65—69) läßt wohl eine Reihe von interessanten Versuchen zu, doch absorbiert das mit Fluorescein versetzte Wasser und die mit Rauch erfüllte Luft viel Licht, auch sind die Manipulationen mit dem eingetauchten drehbaren Spiegel etc. nicht ganz bequem. Eleganter ist, aber nur einen Spezialfall zeigt Kemnas Apparat (ds. Zeitschr. XV 1902, 156). Hier stört jedoch die Bügelform des Kohlenfadens der Glühlampe, indem die Strahlen an den Rändern verwaschen erscheinen, selbst wenn die Ebene der Lochreihe senkrecht zum Kohlenbügel gewählt wird. Auch wollte es mir nicht gelingen, die Drahtzuleitungen bei der Lampe auf die Dauer wasserdicht zu erhalten. Vortrefflich ist das hier benutzte Prinzip²⁾, die Lichtstrahlen eine weiße Fläche streifen zu lassen, doch erwies sich bei meinen Versuchen die von Kemna benutzte Fläche (Blechscheibe, mit weißer Ölfarbe gestrichen, mit Sand bestreut und nach dem Trocknen übergestrichen) als zu rau, während eine feinkörnige Fläche die Strahlen schärfer hervortreten läßt.

Um die Vorzüge der beiden letztgenannten Apparate zu vereinigen, konstruierte ich 1902 den im folgenden beschriebenen Apparat.

Ein oben offener Glaskasten (Fig. 1), $44 \times 24 \times 8$ cm, hat an den Längswänden unten eine 7 cm hohe Blechwand, in die wasserdicht ein möglichst schlieren- und blasenfreier Glaszylinder von 8 cm Länge und 55 cm äußerem Durchmesser (bei 3 mm Wandstärke) eingekittet ist. Als Lichtquelle dient eine röhrenförmige Glühlampe mit einem einzigen gut zentrierten Kohlenfaden³⁾, die vermittelt einer drehbaren Patrone an einem Stativ (Fig. 2) befestigt ist. Das Stativ hat zwei horizontale Bohrungen, in deren eine der Zapfen der Patrone gesteckt wird. Die Bohrungen sind so abgepaßt, daß die horizontal stehende Lampe entweder gerade in den Glaszylinder des Glaskastens geschoben werden kann (Versuch I) oder dicht über dem oberen Rande des Kastens

¹⁾ Demonstriert an einem von der Firma Joh. Urlaub in St. Petersburg hergestellten Exemplar in der phys. Sektion des pädagog. Museums der Militär-Lehranstalten am 12./25. Febr. 1904.

²⁾ Zuerst von V. L. Rosenberg in St. Petersburg 1866 bei seinem optischen Universal-Apparat angewandt.

³⁾ Gut zentrierte Lampen dieser Art erhielt ich durch die Firma Max Kohl in Chemnitz (je nach Wunsch für 110 oder 120 Volt) zu M 2,50. Es wäre bequemer, kürzere Lampen zu verwenden (Länge des glühenden geraden Kohlenfadens 20 mm). Solche Lampen, bei denen ein Teil des Kohlenbügels in den Sockel verlegt ist, liefert die genannte Firma für ca. M 5. Es empfiehlt sich, durchaus mindestens 2 Lampen zu verschreiben (s. Schlußbemerkung).

sich befindet (Versuch II). Als Hilfsapparate dienen Blechzylinder mit Spalten (B_1 und B_2 , Fig. 3) oder Halbzyylinder mit Gittern (G_1 und G_2), die auf den Glaszylinder gesetzt werden, ferner zwei beiderseits matt weiß gestrichene Schirme⁴⁾ (Fig. 4), welche durch seitlich angebrachte kurze, starke Drähte d sich auf die kurzen Wände des Glaskastens stützen. (Sie sind mit Drahtösen versehen und werden nach dem Gebrauch aufgehängt.)

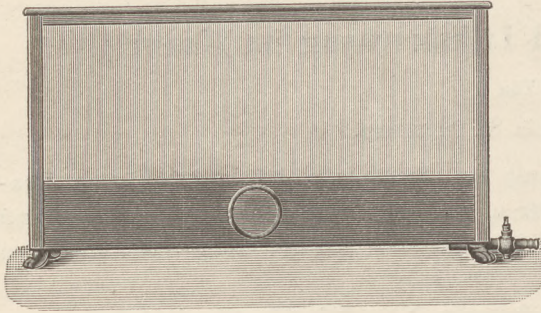


Fig. 1.

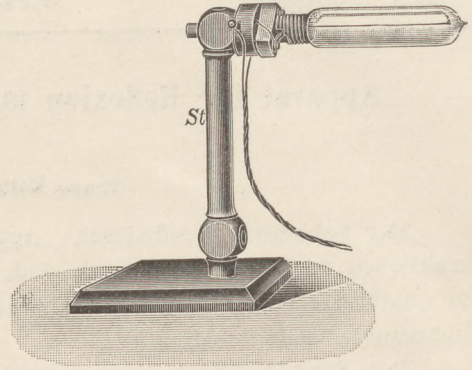


Fig. 2.

I. Übergang des Lichtes aus Wasser in Luft.

Der Glaskasten wird bis etwa 5 cm über den Blechrand mit ausgekochtem, d. h. möglichst luftfreiem Wasser gefüllt. Die Temperatur des Wassers kann bei diesem Versuche 20—25° C. betragen (dann beschlägt der Glaszylinder nicht auf der inneren, der Lampe zugekehrten Seite). Die in der unteren Bohrung des Ständers *St* befindliche Glühlampe wird von der hinteren Seite in den Glaszylinder so tief hineingeschoben, daß das der Patrone zugekehrte Ende des glühenden Kohlenfadens etwa 1 cm hineinragt, sodann schiebt man den mit 2 Spalten versehenen Blechzylinder (B_1 , Fig. 3) von vorn über die Lampe und stellt den mit einem Ausschnitt versehenen höheren weißen Schirm (S_1 , Fig. 4) ein, etwa 15 mm von der Hinterwand. Dreht man jetzt langsam den Blechzylinder, so sieht man in dem verdunkelten Zimmer zwei Strahlen, die ihre Lage ändern und besonders anschaulich die Grenze zwischen Lichtbrechung und totaler Reflexion zeigen. Die Erscheinung ist auch von der Rückseite sichtbar.

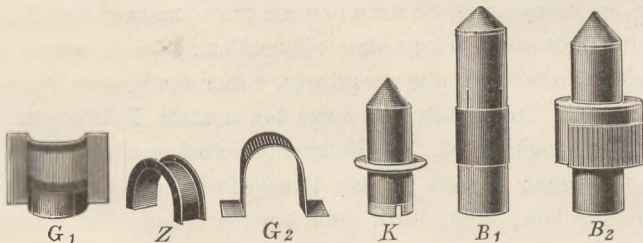


Fig. 3.

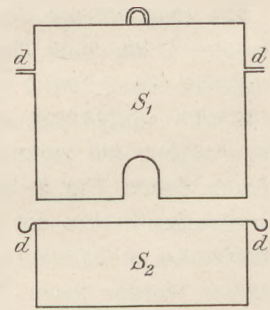


Fig. 4.

Sehr hübsch läßt sich der Kernnasche Versuch (ob. zit.) mit einem Strahlenbüschel zeigen, wenn man den Blechzylinder entfernt, den Schirm heraushebt, das Gitter (G_1 , Fig. 3) über den Glaszylinder stellt, den schwarz gebeizten Halbzyylinder

⁴⁾ Die Weißblechschirme sind mit Ölfarbe (Barytweiß oder Zinkweiß) gestrichen, sofort in einem heißen Ofen scharf getrocknet, noch warm, quer gestrichen und wieder getrocknet. Nach 3—4fachem Streichen etc. erhält man eine schöne, feinkörnige, matte Fläche.

mit aufgebogenen Rändern (*Z* Fig. 3) daraufsetzt⁵⁾ und den Schirm wieder einstellt. Eine Kappe (*K* Fig. 3) wird von vorne über die Lampe geschoben und ihr verschiebbarer Ring dicht an den Glaskasten gedrückt, so daß kein Lichtschein zu den Zuschauern gelangt. Bei diesem Versuch muß der Metallbügel der Glühlampe abwärts gekehrt, der Kohlenfaden also oberhalb und möglichst in der Achse des Glaszylinders liegen. Etwaige sehr störende Luftblasen in den Lücken des Gitters entfernt man mit einem flachen Pinsel oder einem Federbart. Fig. 5 zeigt den Gang der Lichtstrahlen.

Die Innenseite der vorderen Glas-scheibe und der matte Schirm dürfen über der Wasserlinie nicht benetzt werden; daher fülle man den Glaskasten, indem man einen großen Trichter aufsetzt, der mit einem Gummischlauch versehen ist, welcher fast bis auf den Boden des Kastens reicht, und gieße das Wasser langsam zu. Will man das mühsame Abkochen des Wassers vermeiden, so fülle man ein genügend großes Gefäß tags zuvor mit Wasser und lasse es in der Nähe des Ofens stehen. Nach dem Gebrauche entleere man den Glaskasten, da sich sonst schwer zu beseitigende Streifen absetzen können.

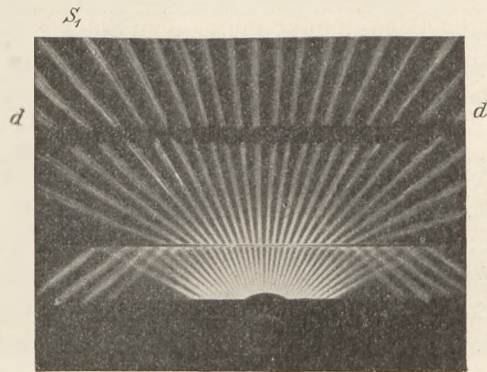


Fig. 5.

II. Übergang des Lichtes aus Luft in Wasser.

Man füllt den Glaskasten bis 5 cm vom oberen Rande, ersetzt den Schirm durch einen anderen (*S*₂ Fig. 4), der nicht über den Rand des Kastens hinausragt und dicht an die Hinterwand gerückt wird. Die Patrone mit der Lampe kommt in die obere Seitenöffnung des Ständers zu stehen. Auf die Lampe wird ein Blechzylinder (*B*₂ Fig. 3) geschoben, dessen mittlerer breiterer Teil in den Glaskasten paßt. Auf der einen Seite befinden sich 13 Spalte von 1 mm Breite, 1½–2 mm Abstand und 20 mm Länge, auf der anderen 1 Spalt. Dieser wird zunächst abwärts gekehrt, so daß der Lichtstrahl senkrecht die Wasserfläche trifft. Die obere Hälfte des Blechzylinders wird verdeckt. Dreht man nun (im verdunkelten Zimmer) den Zylinder langsam um seine Achse, so sieht man den Strahl stärker und stärker gebrochen werden. Bald tritt auch der reflektierte Strahl auf, dessen Intensität mit dem Neigungswinkel wächst. Will man die Wirkung divergenter Strahlen zeigen (Fig. 6), so dreht man den Blechzylinder herum, daß das Gitter abwärts gerichtet ist. Hier wie beim vorigen Versuch (I) tritt ein hübscher Effekt ein, wenn man das Wasser in wellenförmige Bewegung versetzt.

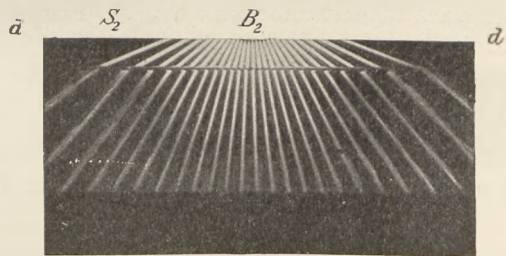


Fig. 6.

⁵⁾ Dieser Halbzyylinder soll verhindern, daß von der Lampe Strahlen auf die vordere Glasfläche des Kastens fallen, da die Reflexe auf dem Schirme störende Linien ergeben. Durch Verschieben dieses Halbzyinders läßt sich die Länge der Gitterspalten regulieren. Dieser Schutzzyylinder kann auch auf das Glasrohr gesetzt werden, wenn man den Blechzylinder (*B*₁ Fig. 1) benutzt.

Dieser Blechzylinder kann auch dazu dienen, die Reflexion an einem ebenen Spiegel zu zeigen. Zu diesem Zweck stellt man einen weißen Karton vertikal, rückt die Lampe dicht heran, so daß die divergierenden Strahlen die Fläche des Kartons streifen. Hält man nun einen Planspiegel von 10 cm Höhe und 30—40 cm Länge, am besten aus starkem polierten Blech, vertikal, aber mit der spiegelnden Fläche etwas zur Lichtquelle geneigt, so sieht man die reflektierten Strahlen deutlich und kann ihren Schnittpunkt hinter dem Spiegel aufsuchen. Die Lage des leuchtenden Punktes (Querschnitt des Kohlenfadens) wird durch die Spitze der Kappe des Zylinders markiert⁶⁾.

Stellt man die Patrone der Lampe in einen Ständer der optischen Bank, so gibt der gut zentrierte glühende Kohlenfaden eine vortreffliche Lichtquelle ab für die Bestimmung der Brennweite von Linsen und Hohlspiegeln. Durch einen vorgeschalteten Lampenrheostaten (1—3 Glühlampen, parallel geschaltet) läßt sich das blendende Licht der Lampe nach Bedarf dämpfen. Zur Demonstration der Linsen- und Hohlspiegel-Bilder empfiehlt es sich, einen Zylinder aus Karton darüber zu stülpen, der an der einen Seite einen aus einer Lochreihe gebildeten Pfeil oder noch besser den Buchstaben *F* trägt, der mit Durchpauspapier überklebt ist. Letztere Figur hat den Vorzug, daß man den Unterschied zeigen kann, den das Bild bei auffallendem Licht (undurchsichtiger Schirm) oder bei durchgehendem Licht (durchscheinender Schirm, von der Rückseite besehen) bei Projektionsversuchen aufweist.

Nachträglich erfahre ich, daß der Versuch I mehrfach schlecht ausgekommen ist, indem sehr störende Nebenstrahlen auftraten. In zwei Fällen konnte ich den Apparat nachprüfen und fand, daß die Glühlampen die Schuld daran trugen. Bei der einen stand der glühende Kohlenfaden schief zur Achse des Lampenglases, bei der anderen warf das sehr streifige Glas der Lampe störende Schatten und Reflexe auf den Schirm. Da Glühlampen von den Händlern gewöhnlich nicht zurückgenommen werden, so stelle man bei der Bestellung die Bedingung, daß die Lampe hell brennt, der Faden gut zentriert und das Glas ohne störende Schlieren sei. (Man halte die Glühlampe in senkrechter Stellung mit der Spitze dicht an eine schwach beleuchtete weiße Wand. Etwaige Fehler im Glase werfen radiale Schatten.) — Nach der Erfahrung einiger Fachkollegen wirkt eine solche Lampe auch ganz gut, wenn der Kohlenfaden exzentrisch, d. h. nahe einer Seite, aber parallel zur Achse des Glases angebracht ist, doch muß man in diesem Falle die Lampe mit dem Blechzylinder (*B*₁ Fig. 3) zugleich drehen und darauf achten, daß der glühende Kohlenfaden dem betreffenden Gitter zugekehrt ist⁷⁾.

Benjamin Franklin.

Zur zweihundertsten Wiederkehr seines Geburtstages.

BENJAMIN FRANKLIN wurde am 17. Januar 1706 zu Boston in Neu-England als jüngster Sohn des Lichtziehers und Seifensieders Josias Franklin geboren. Vom armen Druckerjungen schwang er sich schon in jungen Jahren durch Fleiß und Umsicht zum angesehenen

⁶⁾ Diese Blechkappe ist zum Auseinandernehmen eingerichtet, so daß man in jedes der röhrenförmigen Enden 3 Korkstreifen von ca. 6 mm Breite und 40 mm Länge (mit Siegelack) einkitten kann, um der Lampe eine Führung zu geben. Solche Führungen sind auch beim Zylinder (*B*₁ Fig. 3) zu empfehlen. Beide Blechzylinder sind innen matt geschwärzt.

⁷⁾ Der im vorstehenden beschriebene Apparat wird von Ferdinand Erneck in Berlin, Max Kohl in Chemnitz, Joh. Urlaub in St. Petersburg und E. S. Tryndius Söhne in Moskau geliefert.

Druckereibesitzer in Philadelphia empor und spielte bald auch in den öffentlichen Angelegenheiten seines Heimatlandes eine hervorragende Rolle. Als Vertreter der Landesversammlung von Pennsylvanien war er wiederholt in England erfolgreich tätig, wirkte bei der Losreißung der amerikanischen Kolonien von England mit und brachte nach erfolgter Unabhängigkeitserklärung auf einer neuen Reise nach Europa (1778) als bevollmächtigter Minister der Vereinigten Staaten ein Bündnis mit Frankreich, sowie später (1785) auch einen Freundschafts- und Handelsvertrag mit Preußen zustande. Er starb hochbetagt am 17. April 1790.

Aber nicht der Staatsmann, sondern der Forscher ist es, dessen wir an dieser Stelle gedenken wollen. FRANKLIN war auf folgende Weise dazu gelangt, sich mit den elektrischen Erscheinungen zu beschäftigen. In Boston zeigte ihm 1746 sein eben aus Schottland heimgekehrter Freund SPENCE einige elektrische Versuche, die ihn in hohem Grade interessierten; bald nach seiner Rückkehr nach Philadelphia erhielt die von ihm gegründete Lesegesellschaft von P. COLLINSON M. R. S. eine „elektrische Röhre“ (durch Reiben stark elektrisierbare Glasröhre) nebst einer Anleitung zu damit anzustellenden Versuchen, welche FRANKLIN wiederholte, mannigfach variierte und durch weitere, zur eigenen Aufklärung angestellte ergänzte. Die Briefe, in denen er an COLLINSON über seine Beobachtungen und Erfolge berichtete, fanden, in der Royal Society vorgelesen, anfangs nur wenig Beachtung, wurden aber schließlich doch als bedeutungsvoll anerkannt und herausgegeben, und erlebten allein in England 5 Auflagen, abgesehen von den Übersetzungen ins Deutsche und Französische. Was FRANKLINS Namen als Elektriker vornehmlich bekannt gemacht hat, sind seine Untersuchungen über die Spitzenwirkung, die Feststellung der elektrischen Natur des Blitzes und des Vorhandenseins atmosphärischer Elektrizität und die Erfindung des Blitzableiters, dann seine Theorie der Leidener Flasche. Die erste Bestätigung seiner Behauptungen bezüglich der elektrischen Natur des Gewitters erfolgte am 10. Mai 1752 zu Morly-la-Ville durch DALIBARD und gleich darauf durch DE LOR zu Paris mit einer 99 Fuß hohen Auffangestange, etwas später auch durch FRANKLIN selbst in seinem berühmten Drachenversuch (Juni 1752); der erste Blitzableiter nach seinen Angaben wurde erst im Sommer 1760 zu Philadelphia errichtet, nachdem FRANKLIN bereits im September 1753 die Idee entwickelt hatte. In demselben Jahr hatte auch WINKLER in Leipzig den gleichen Vorschlag gemacht, und 1754 hatte PROCOF DIVITSCH, Pfarrer zu Prenditz bei Znaim, den ersten Blitzableiter in Europa errichtet.

Gelegentlich seiner auf die Elektrizität sich beziehenden Versuche erfand nun FRANKLIN auch allerlei interessante Apparate, so das sich selbst bewegende Rad, eine kreisrunde, in wagerechter Ebene drehbare Franklinsche Tafel mit sternförmigen, sich nicht überdeckenden Belegungen und kleinen isolierten festen Konduktoren, an denen die Zacken der beiden Belegungen nacheinander wechselweise vorbeipassieren mußten, und 1752 das elektrische Glockenspiel als Alarmapparat für die Anzeige atmosphärischer Elektrizität. Eine heute noch in kleiner Ausführung als Demonstrationsobjekt viel benutzte Anordnung, bestehend aus einem Rade mit isolierenden Speichen und statt des Radkranzes auf jenen befestigten Metallkugeln, welches sich zwischen zwei feststehenden isolierten Kugeln zu drehen vermag, rührt ebenfalls von Franklin her, der dieselbe in so großen Abmessungen — ~ 97 cm Durchmesser — ausführte, daß sie, von 2 großen Leidener Flaschen gespeist, als elektrischer Bratenwender benutzbar war, da sie ein Gewicht von 100 spanischen Talern mit einer Geschwindigkeit von 12–15 Umläufen in der Minute zu bewegen vermochte. Im einzelnen auf die mannigfaltigen interessanten, meist mit den einfachsten Mitteln, in oft geradezu drastischer Weise aufgebauten Versuchsanordnungen einzugehen, würde zu weit führen.

FRANKLIN war nun aber, was vielleicht weniger bekannt sein dürfte, nicht nur Elektriker; infolge des Ansehens, das er durch seine elektrischen Arbeiten gewonnen, wurden an ihn auch Fragen physikalischer Natur aus ganz anderen Gebieten gerichtet, und getreu seinem Grundsatz, nur dann eine Meinung zu äußern, wenn er selbst mit dem betreffenden Gegenstande hinreichend bekannt war, suchte er in solchen Fällen, soweit es seine Zeit erlaubte, eigene Beobachtungen und Versuche anzustellen.

Seine Betrachtungen über Gewitter führten ihn notwendig auch zu weiteren meteorologischen Fragen; so fand er u. a., daß die Luft vorwiegend negative, zuweilen auch positive Ladung zeigt, und stellte auch eine Theorie der Gewitterregen auf. Er äußerte ganz richtige Ansichten über die Bedeutung barometrischer Maxima und Minima, erklärte ebenfalls richtig die Passatwinde und den klimatischen Einfluß des Meeres und großer Binnengewässer. Auch mit den Luftwirbeln (Wasserhosen) beschäftigte er sich eingehend.

In engem Zusammenhang damit stehen Bemerkungen und Versuche zur Wärmelehre. Er behauptete bereits, daß elektrisches und thermisches Leitvermögen der Körper einander entsprechen, so daß ein guter Wärmeleiter auch ein guter Elektrizitätsleiter ist; seine Ausführungen über die Wirkung der Wärme auf die Körper muten oft ganz modern an. Großes Interesse erweckte ihm der Puls- oder Wasserhammer, den er nach Art eines Wagebalkens zu einem empfindlichen Instrument umzugestalten vorschlug. Das auffällige Verhalten der Kältemischungen erklärte er auf Grund eigener Versuche und Beobachtungen so: eine solche Mischung, z. B. Schnee-Kochsalz, entzieht den umgebenden Körpern das „gemeine Feuer“, d. i. die Wärme, da die Mischung als solche ein größeres Vermögen, Wärme aufzunehmen, besitzt als die Teilbestandteile für sich, und dieser Wärmeaufnahme entspricht auch, daß die Mischung schmilzt, aber nicht wieder gefriert. Dies trifft im wesentlichen mit der heutigen Ansicht über den Gegenstand zusammen.

Auch mit akustischen Dingen hat sich FRANKLIN beschäftigt. Erwähnt seien seine Ausführungen über Harmonie in einem Briefe an Lord KAIMS, und seine Harmonika; letztere bestand aus einem Gestelle, auf welchem an einer gemeinsamen Achse 37 Glasschalenglocken, welche drei volle Oktaven nebst den halben Tönen umfaßten, angebracht waren, welche durch einen Trekkurbelantrieb wie die heutigen Nähmaschinen in Umdrehung und durch Auflegen eines befeuchteten Fingers auf den Rand zum Tönen gebracht werden konnten.

Schon das Mitgeteilte läßt zur Genüge erkennen, daß FRANKLIN Physiker war, der jede sich bietende Gelegenheit benutzte, um seine Kenntnisse durch eigene Beobachtungen und Versuche zu erweitern. Von Autoritätenglauben findet man in seinen Schriften nichts, er scheut sich vielmehr nie, seine abweichende Meinung klar zu äußern, da er eine solche immer genau zu begründen in der Lage ist. Überdies stand FRANKLIN im praktischen Leben, er hatte Gelegenheit, viel zu sehen und Vergleiche anzustellen. So kommt es, daß für ihn reine und angewandte Wissenschaft miteinander in engster Verbindung stehen; sein stets aufs Praktische gerichteter Sinn ahnt Anwendungen neuer Ergebnisse der reinen Forschung voraus, der Physiker in ihm aber erwartet wahren Fortschritt auch in den das praktische Leben betreffenden Fragen nur von der Anwendung wissenschaftlicher Methoden. Als Beispiel gerade dieses Punktes sei hier folgende Äußerung mitgeteilt: „Doch könnte man“, sagt er bei Besprechung eines Erlebnisses auf seiner ersten Reise nach Europa 1757, „vielleicht eine“ „Reihe Versuche anstellen, um erstens die gehörige Form des Rumpfes zum Schnellsegeln,“ „dann die besten Verhältnisse und die schicklichste Stelle für die Masten, ferner die Form und“ „Menge der Segel und ihre Richtung nach dem jedesmaligen Winde, endlich die Verteilung der“ „Fracht auszumitteln. Wir leben ja in dem Zeitalter der Versuche, und ich meine, eine Reihe“ „genau angestellter und richtig berechneter müßte von großem Nutzen sein.“¹⁾ Die hier zum Ausdruck kommenden Gedanken sind heutzutage in den Schleppversuchsanstalten verwirklicht, wie eine solche sich auch in Berlin befindet, aber FRANKLIN selbst hat gewissermaßen schon ein Modell einer solchen gefertigt in Gestalt eines Holztroges von 14 Fuß Länge und 6 × 6 Zoll Querschnitt mit einlegbarem Boden, in welchem er mit einem 6 Zoll langen Schiffsmodell messende Versuche über den Einfluß der Tiefe schiffbarer Kanäle anstellte.

So haben wir denn in BENJAMIN FRANKLIN nicht nur den Erfinder des Blitzableiters, sondern einen scharfsinnigen, gedankenreichen Physiker zu sehen. *W. Biegoun von Czudnochowski.*

¹⁾ Dr. Benjamin Franklins nachgelassene Schriften und Korrespondenz, nebst seinem Leben. 5 Bände. Weimar. 3, 223, 1818.

Der Projektionsapparat und sein Platz im Hörsaal.

Von

Wilhelm Volkmann in Berlin.

(Mitteilung aus dem physikalischen Kabinet der landwirtschaftlichen Hochschule.)

Die alte Zauberlaterne hat sich mit der Vervollkommnung der Lichtquellen zu einem der wichtigsten Hilfsmittel für den Unterricht entwickelt. In ihrem ursprünglichen Beruf als Bildwerfer ist sie insbesondere von der mächtig vorwärtsschreitenden Amateurphotographie gefördert worden, so daß man in den photographischen Handlungen jetzt schon für recht mäßigen Preis sehr leistungsfähige Bildwerfer erhalten kann. Aber der Kreis ihrer Aufgaben hat sich ungemein erweitert, und als Projektionsbank dient der Apparat jetzt außer zur Vorführung von Bildern auch zur Demonstration physikalischer und chemischer Vorgänge verschiedenster Art und zu einer großartigen, für Hunderte von Hörern gleichzeitig erkennbaren Darstellung der Eigenschaften des Lichtes und der optischen Apparate. Es wird von den verschiedensten Seiten seit einigen Jahren mit Eifer daran gearbeitet, all den aus der erweiterten Aufgabe sich ergebenden Ansprüchen gerecht zu werden, und neuerdings haben insbesondere komplizierte Verwandlungsapparate Beachtung gefunden. So nützlich und bequem diese auch für gewisse Anwendungen sind, so entsprechen sie doch gerade den Bedingungen nicht, auf die meines Erachtens der experimentierende Physiker und Chemiker den größten Wert legen müssen. Im folgenden sollen einige ganz allgemeine Gesichtspunkte für die Einrichtung des Projektionsapparates für physikalische und chemische Zwecke gegeben werden, während ins einzelne gehende Vorschläge einer besonderen Abhandlung¹⁾ vorbehalten bleiben, es sollen ferner zu der schwierigen Frage: Wo soll der Apparat im Hörsaal aufgestellt werden? — einige Anregungen sich anschließen.

Als Bildwerfer ist der Projektionsapparat rein Mittel zum Zweck und beansprucht für sich in keiner Weise die Aufmerksamkeit der Zuschauer. Bei seiner Aufstellung kommt nur die Frage in Betracht, unter welchen Umständen können die Zuschauer das Bild auf dem Schirme am besten betrachten? Zur Zeit der schwachen Lichtquellen bot diese Frage keine ernsthaften Schwierigkeiten dar, einige Sitzplätze vor und neben dem Apparat füllten etwa den ganzen Raum, von dem aus die wenig vergrößerten lichtschwachen Bilder erkennbar waren. Mit der Verbesserung der Lichtquellen konnte der Apparat vom Schirm weiter entfernt, die Bilder also stärker vergrößert werden, damit wuchs auch der für die Zuschauer brauchbare Raum, und zwar besonders nach der Tiefenrichtung, so sehr, daß die Plätze hinter dem Apparat, soweit sie nicht von ihm verdeckt waren, verwendbar wurden. Je besser die Lichtquellen wurden, um so mehr erwies sich, daß gerade diese vom Apparat verdeckten Plätze zu den besten gehörten. Man ging daher mit dem Apparat auf die andere Seite des Vorhanges, der mit Wasser angefeuchtet wurde, um seine Poren zu schließen und ihn durchsichtiger zu machen. Die Unbequemlichkeit des Anfeuchtens, der große Raumbedarf hinter dem Vorhang und vor allem der bedeutende Lichtverlust ließen auch diese Methode mangelhaft erscheinen, und neuerdings ist man wohl darüber einig geworden, daß für den Bildwerfer mit starker Lichtquelle der einzig richtige Platz hinter der Zuschauer-schaft ist; für die dazu nötigen langbrennweitigen Gläser zu sorgen, ist Aufgabe der Optiker.

Ganz im Gegensatz zum Bildwerfer ist die Projektionsbank für optische Versuche im wesentlichen Selbstzweck, ihre Anordnung muß vor allen Dingen von den Schülern betrachtet und erkannt werden, sie gehört also vor die Schüler, an einen Ort, wo sie von allen Plätzen aus gut gesehen werden kann. Dabei ergeben sich oft nicht geringe Schwierigkeiten. In Abbildung 1 z. B. ist ein Modell des Auges aufgebaut zur Darstellung der Akkommodation und der Brillenwirkung. Der Apparat ist von der Seite her aufgenommen, von der aus er den besten Einblick gewährt. Denkt man sich nun einen Beobachter, der ihn umkreist, zunächst

¹⁾ Siehe die Fußnote auf S. 8.

nach der rechten Seite hin wandern, so wird er bald das Bild der beiden in der Form einer arabischen Eins aufgestellten Glühlampen auf dem Schirm, der der Netzhaut entspricht, nicht mehr erkennen können, weil er zu flach darauf blickt, geht er noch weiter, so ist ihm gar die Rückseite zugewandt. Wendet er sich nach der linken Seite, so kommt er bald in die Längsrichtung des Apparates, wo sich ihm seine Teile gegenseitig verdecken. Es ist also nur ein recht kleiner Winkel für die gute Betrachtung dieses Apparates brauchbar. Steigen die Sitze der Hörer nach hinten an, wie es meist der Fall ist, so wird bei hinreichend weitläufigem Aufbau des Apparates der Nachteil des Verdeckens sehr gemildert, indem der Einblick schräg von oben erfolgt, man kann noch weiter nachhelfen, indem man den Apparat, Lampen voran, auf einer gegen die Hörer geneigten Fläche aufbaut. Man kann aber auch den Schirm aus Pauspapier machen und einen großen Spiegel schräg dahinter stellen, wobei der Apparat dann seine Breitseite den Hörern zuwendet. Dieser Apparat ist noch verhältnismäßig bequem zu behandeln, weil er, gemessen von den Lampen bis zum Schirm, nur kurz ist und daher nach Belieben mehr oder weniger gedreht werden kann. Viel schwieriger wird die Sache, sobald das Bild in großer Entfernung entworfen werden muß,

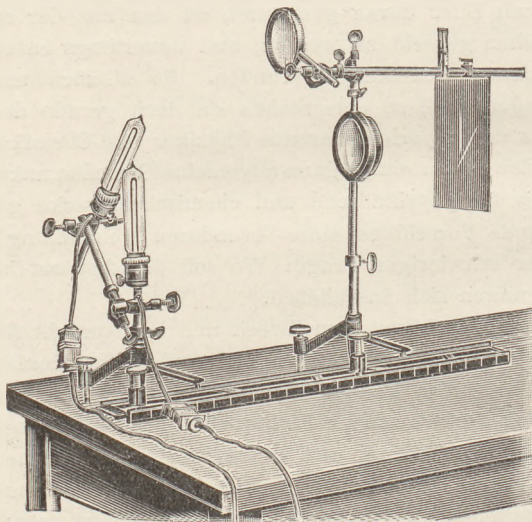


Fig. 1.

wie das bei vielen optischen Versuchen, besonders aber bei der Projektion physikalischer und chemischer Versuche, der Fall ist. Auch in diesem Falle muß gefordert werden, daß der Hörer einen genauen Einblick in den Projektionsapparat habe, denn oft genug wird nur ein kleiner Teil der Versuchsanordnung projiziert, oder die Reaktion muß durch wichtige Handgriffe eingeleitet oder beeinflusst werden, deren Beschreibung wesentlich vereinfacht wird, wenn der Hörer mit einem raschen Blick nach dem Apparat die Eingriffe oder mitwirkenden Stücke übersehen kann. Selbstverständlich muß auch die Blickrichtung auf den Projektionsschirm für alle Plätze günstig sein. Für den physikalischen Unterricht kommt noch als Erschwerung

hinzu, daß nicht wenige Apparate durchaus von vorn besehen sein wollen, also auch auf einen bevorzugten Platz Anspruch machen, während die chemischen Versuche fast sämtlich in Flaschen, Kolben und Röhren ausgeführt werden, die von allen Seiten her gleich aussehen und daher auch von allen Seiten her gleich gut betrachtet werden können. Dieser Unterschied scheint bisher nicht genügend beachtet worden zu sein, denn es ist immer noch üblich, die für chemische Vorlesungen bewährte Einrichtung, bestehend aus einem sehr langen Experimentiertisch, der von den Bänken der Hörer fast erreicht, an beiden Seiten wohl gar noch umfaßt wird, auch bei physikalischen Hörsälen anzuwenden. Die Frage nach dem rechten Platze für den Projektionsapparat erweitert sich dadurch zu der anderen: Wie ist der Platz im physikalischen Hörsaal einzuteilen? Was dabei den Projektionsapparat angeht, so wird seine zweckmäßige Unterbringung jedenfalls bedeutend erleichtert werden durch einen übersichtlichen und weitläufigen Aufbau desselben. Das wird sogleich deutlich beim Anblick der Figur 2, in der eine langbrennweitige Linse als Objektiv zur Projektion des Bleibaumes dient¹⁾. Man erkennt, daß man sich der Längsachse des Apparates sehr bedeutend nähern kann, ohne die Übersicht über den Aufbau zu verlieren.

¹⁾ Diese und die vorige Abbildung sind einer Preisliste von G. Beck & Cie. in Berlin-Rummelsburg entnommen, die unter dem Sammelnamen „Physikalischer Baukasten“ Apparateanteile enthält, aus denen der Physiker sich in ähnlicher Weise eine Unmenge von Apparaten zusammensetzen kann, wie

Um ein Urteil darüber zu gewinnen, unter welchen Bedingungen die Blickrichtung auf einen Schirm, eine Wandtafel oder einen im Sinne des Vorhergehenden eine Vorderseite habenden Apparat günstig ist, habe ich Versuche angestellt. Es ergab sich: Lackierte Wandtafeln sind nur in einem sehr engen Winkel erkennbar und müssen bei ihrer Erläuterung unbedingt mehrmals langsam gedreht werden. Zeichnungen auf rauhem Papier mit stumpfen Farben können in einem Winkel von 120° sehr gut erkannt werden, darüber hinaus aber nimmt die Deutlichkeit sehr rasch ab. Dasselbe gilt für einen Projektionschirm aus Zeug oder rauhem Papier, bei feineren Projektionen, zumal bei Architekturaufnahmen, muß der Winkel enger genommen werden, um Verzeichnungstäuschungen durch den schrägen Anblick zu vermeiden. Wandtafeln verhalten sich je nach dem Material sehr verschieden, sehr gut ist mattes Linoleum, erfordert aber sehr weiche Kreide, die außerdem möglichst bald wieder abzuwaschen ist. Apparate sind bei geschicktem Aufbau, und wenn die Skalen und ähnliche wichtige Stücke nicht etwa glänzen, in einem Winkelraum von 120° im allgemeinen noch gut zu sehen. Daraus ergibt sich, daß man zu einer für die Blickrichtung günstigen Raumeinteilung gelangt, wenn man die in dieser Beziehung besondere

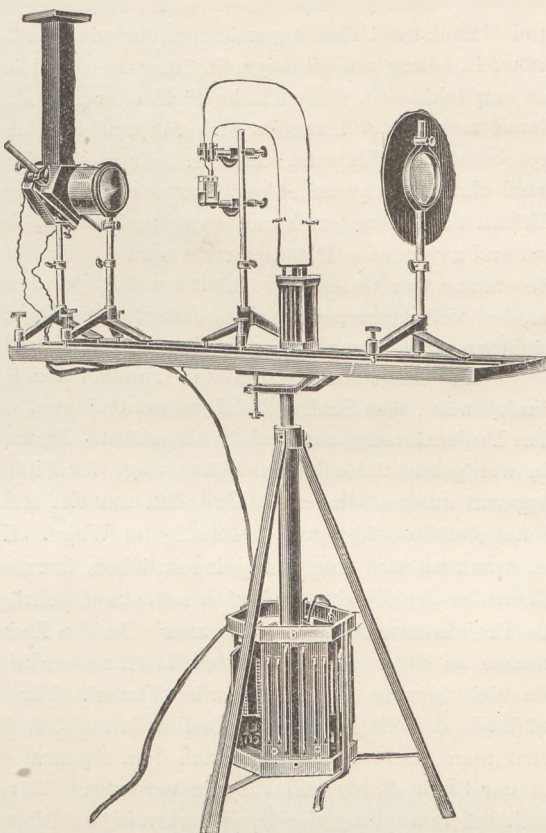


Fig. 2.

Ansprüche machenden Apparate stets so aufstellen kann, daß von ihnen aus gesehen das Auditorium einen Winkel von höchstens 120° einschließt. Daß unter diesen Bedingungen der für chemische Vorlesungen übliche lange Experimentiertisch nicht zu brauchen ist, läßt sich leicht erkennen.

Nach den entwickelten Grundsätzen würde sich etwa die folgende Raumeinteilung für einen physikalischen Hörsaal ergeben: Es sei in Figur 3 *F* ein Experimentiertisch von 80 cm Breite und 2 m Länge, so geben die durch seine Mitte unter 30° zu seiner Längsrichtung gezogenen gestrichelten Linien

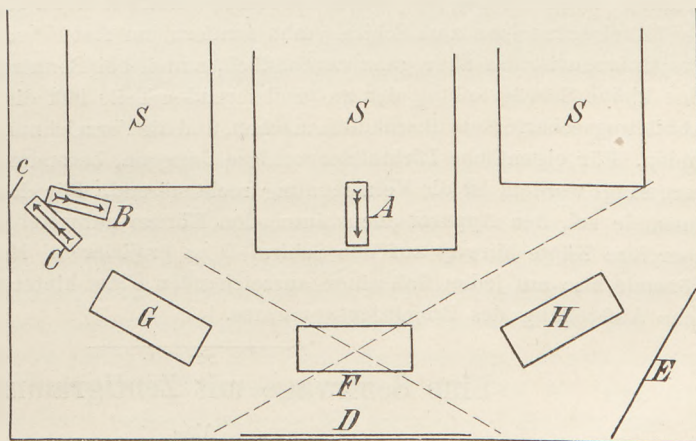


Fig. 3.

es der Chemiker längst mit dem Bunsenschen Stativ tut. Weitere Beispiele bietet des Verfassers Schrift: „Der Aufbau physikalischer Apparate aus selbständigen Apparatenteilen“. Verlag von Julius Springer, Berlin 1905.

den für die Sitze S der Hörer brauchbaren Raum an. Dieselben Linien grenzen zugleich auf der Wand den für die Wandtafel und den großen Projektionsschirm geeigneten Platz ab. Da nun in vielen Fällen ein Experimentiertisch der angegebenen Größe nicht ausreichen wird, sind bei G und H noch zwei Tische gezeichnet, die, wie man durch Nachmessen der Winkel leicht feststellen kann, in bezug auf günstige Stellung zu den Hörern den Tisch F ganz erheblich übertreffen. Es empfiehlt sich, diese Tische nicht oder nur einen von ihnen am Fußboden fest zu machen, damit man in der Lage ist, sich für umfangreiche Apparate und besonders für nicht vorhergesehene Fälle Platz zu schaffen. Für die Tische G und H kann Gas, Wasser und Elektrizität wohl ohne Unbequemlichkeit von der benachbarten Wand bezogen werden, während für F Einbau der Leitungen kaum zu vermeiden ist. Für Tafeln sind den Tischen G und H gleichlaufend zwei starke Drähte auszuspannen. Ob sich die Grundfläche des Saales durch reichliche Besetzung von Galerien verkleinern läßt, wird vornehmlich davon abhängen, ob es möglich ist, bei vollkommener Verdunkelung, auf die mit Rücksicht auf Fluoreszenzerscheinungen nicht verzichtet werden kann, den Saal noch gehörig zu ventilieren.

Wo bleibt nun in diesem Grundriß der Projektionsapparat? Der nächstliegende Gedanke wäre, den Schirm bei D unterzubringen, dementsprechend hat man in vielen Hörsälen den Projektionsapparat bei A eingebaut. Dieser Platz ist ungeeignet, der Apparat nimmt da wenigstens 9 der besten Plätze weg, der Einblick in ihn ist sehr mangelhaft, und, da der Apparat aus naheliegenden Gründen nur tief stehen kann, stehen bei der Projektion die auf F aufgestellten Apparate beständig im Wege. Eine andere, und zwar sehr gute Lösung ist es, wenn es sich um den gelegentlichen, kurzen Gebrauch des Apparates handelt, ihn auf einen der drei Tische zu stellen mit einem schrägen Spiegel davor und die Decke des Saales als Projektionsschirm zu benutzen. Da die Decke von den Fenstern sehr wenig Licht bekommt, so ist es nicht nötig, den Raum zu verdunkeln, gerade für gelegentliche Projektionen ein nicht gering anzuschlagender Vorteil. Für längere Dauer ist das Hinaufblicken zu ermüdend, der Experimentator selbst kann sich freilich mit einem Spiegel helfen, dennoch wird man für längeren Gebrauch dem Apparat einen anderen Platz suchen. Er findet sich an der Stelle B , freilich für die vordersten Hörer nicht ganz günstig zum Einblick, aber doch bei Benutzung der langbrennweitigen Linsen noch ausreichend. Kommt es auf einen kleinen Lichtverlust nicht an, so kann man statt der Stelle B auch C wählen, wo der Pfeil die Richtung der Strahlen angibt, die durch den Spiegel e auf den Schirm E geleitet werden. In dieser Stellung ist sowohl für den Apparat wie für den Schirm die Blickrichtung sehr günstig. Der Vorhang E füllt die gegenüberliegende Ecke aus, unter etwa 30° gegen die benachbarte Wand geneigt. Es mag bedenklich erscheinen, daß bei dieser Aufstellung der Apparat nicht in der Mittelsenkrechten zum Schirm steht, sondern um fast 15° schräg dazu. Für physikalische Projektionen ist das aber ganz unschädlich, zumal bei Benutzung langbrennweitiger Gläser; eine kleine Schrägstellung der zu projizierenden Teile läßt die Neigung des Schirmes für die Abbildungsschärfe stets unschädlich machen, und die Verzeichnung wird kaum jemals Beachtung finden. Für eigentliche Lichtbildervorträge dagegen, besonders wenn Architekturaufnahmen vorgezeigt werden, ist die Verzeichnung recht störend. Für diesen Fall ist es nötig, daß man imstande sei, den Apparat auch hinter den Hörern aufzustellen und mit langer Brennweite über ihre Köpfe hinweg auf den Schirm D zu projizieren. Man halte sich in einem großen Hörsaal also auf jeden Fall einen ausreichenden Platz hinter den Hörern frei für gelegentliche Aufstellung des Projektionsapparates.

Eine Senkwage mit Zentigrammspindel.

Von

Prof. H. Rebenstorff am K. S. Kadettenkorps in Dresden.

Die NICHOLSONSche Senkwage (Gewichts-Äröometer) hat sich in der ursprünglichen oder in der TRALESSchen Form (WEINHOLD, *Dem.*, 3. Aufl., S. 133) wohl nur noch deswegen im Gebrauch erhalten, weil sie der versuchsmäßigen Behandlung des Archimedischen Prinzips

ein weiteres hübsches Beispiel darbietet. Des Versuchsergebnisses selbst wegen verdient dieser Apparat keine Benutzung mehr, da nur mit großem Zeitaufwande durch die mühsame Berichtigung der Belastung mit winzigen Gewichten eine Einstellung auf die Marke oder Spitze zu bewirken ist. Der wenig tragfähige NICHOLSONSCHE Apparat liefert zudem trotz aller Mühwaltung bei der Dichtebestimmung von spezifisch schweren Körpern, z. B. von Münzen, ein von den Angaben der Tabellen oft unliebsam abweichendes Resultat. Andererseits hat diese Senkwage, die unter Umständen, besonders bei Schülerübungen, als Ersatz einer genaueren Balkenwage dienen kann, den großen Vorteil für die Dichtebestimmung beim Unterricht, daß man von der Aufhängung des Körpers an einem feinen Draht befreit wird. Besonders nicht geränderte Münzen wie unsere größten Silber- und Goldmünzen suchen sich einem um sie gewundenen Drahte zu entziehen.

Die Vorteile des Gewichtsäröometers alter Art ohne dessen Schattenseiten besitzt die folgende Neukonstruktion (Fig. 1—3). Der mit Ausnahme des abnehmbaren Nickelblechschälchens *l* ganz aus Glas hergestellte Apparat (Fig. 1) ist mit einem Skalenrohr versehen, an dem die Zentigramme der jeweiligen Belastung abgelesen werden können. Bei einer Belastung durch 31 g sinkt diese Spindel bis zum Nullpunkte der Skale, bei weiterer Beschwerung um 1 g bis zum Punkte 1,0 der Skale ein; der Bruchteil eines g, um den die Belastung 31 g übertrifft, ist also gleich demselben Bruchteile des Spindelvolumens zwischen den Punkten 0 und 1. Die Ablesung der Zentigramme an der in Hundertstel dieses Abstandes geteilten Skale erfolgt bequem und sicher. Man hat nur einmal auf die langsame Einstellung des schwimmenden Apparates zu warten, und die Gewichtsbestimmung geschieht im allgemeinen schneller als mit der Balkenwage. Hat man den Körper

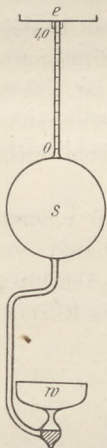


Fig. 1.

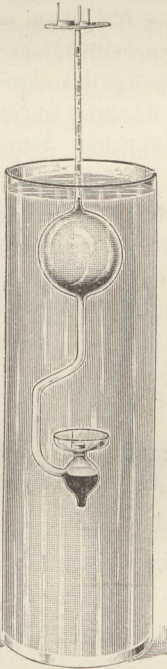


Fig. 2.

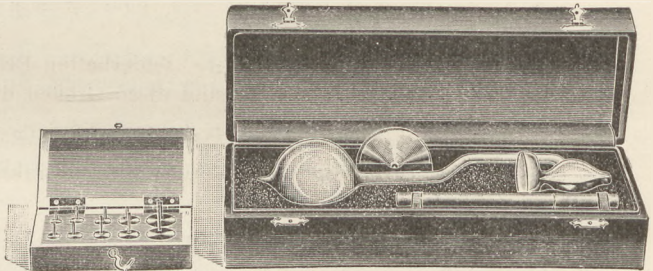


Fig. 3.

auf die obere oder auf die untere Schale *w* gelegt, so zeigt die Tiefe des Eintauchens des Schwimmkörpers *s* bei einiger Übung schon annähernd das Gewicht an, das bis zum Eintauchen des Skalenrohres hinzuzufügen ist. Die beigegebenen Gewichte sind 16, 8, 4, 2, 1 g schwer; mit ihnen ist höchstens fünfmal die Belastung zu vermehren oder zu ändern, bis die Zentigrammablesung möglich ist. Man hält beim Neuauflegen eines Gewichtsstückes die Spindel der schwimmenden Senkwage leicht zwischen den Fingern der anderen Hand. Lüftet man diese einen Augenblick, so erkennt man sofort an der fehlenden oder sonst sehr heftigen Abwärtsbewegung, ob man zu wenig oder zu viel Gewicht hinzugefügt hat. Bei der Länge der Spindel, die man nicht aus der Hand verlieren kann, ist die Benutzung eines quer über die Zylinderöffnung gelegten Schutzdrahtes zur Verhütung völligen Untersinkens ganz unnötig. Hat man die angezeigten Zentigramme notiert, so zieht man das Gewicht der aufgelegten Grammstücke von 31 g ab und schreibt diese Zahl als ganze vor das Komma.

Die Dichtebestimmung erfolgt in der beschriebenen Weise so schnell und sicher, daß ich den Apparat für geeignet halte, um bei jedem mineralogischen und chemischen Unter-

richt zur Auffindung der so charakteristischen Zahl benutzt zu werden. Bei dem Fortfallen der Fadenaufhängung geschieht die Entfernung von Luftblasen von dem, natürlich auch in mehreren Stücken zu verwendenden Körper sehr schnell durch Auftupfen mit Finger oder Pinsel, indem man die Senkwage am Schwimmkörper s so festhält, daß nur das belegte Schälchen w unter Wasser ist.

Eine größere Genauigkeit als auf ein Zentigramm ist aus ersichtlichen Gründen mit dieser Schwimmerwage nicht erreichbar, auch wenn man das an der etwa weit herausragenden Spindel ungleichmäßig adhärerende Wasser vor der Einstellung abwischt. Größere Abweichungen von der Versuchstemperatur 18° , auf die der Apparat eingerichtet ist, würden alle Wägungen um gleichviel Zentigramme falsch, die Differenzen der Gewichte in Luft und in Wasser sehr annähernd richtig ergeben. Da die Wasserleitung meistens etwas kälteres Wasser enthält, so kann man leicht durch dessen Beimischung das Wasser im Zylinder richtig temperieren. Es ist aber empfehlenswerter, um etwaige schädliche Strömungen zu vermeiden, mit Wasser von Zimmertemperatur zu arbeiten. Die Senkwage wird, um die bei Abweichungen der Wassertemperatur von 18° auftretenden Fehler zu finden, mit 31 g belastet und die Einstellung abgelesen. Die Teilung der Skale ist deshalb beiderseits über die Punkte 0 und 1 etwas hinausgeführt. 1° Temperaturunterschied bedingt um 0,02 g zu kleine oder zu große Werte. Bei längerer Benutzung des Apparates ist wegen der Erwärmung infolge der Nähe des Beobachters eine Wiederholung der Fehlerbestimmung nötig, ein Umstand, den man beim Gebrauche der gewöhnlichen Senkwage wohl nicht bemerkt hat.

Während die einfache Gewichtsbestimmung die erwähnte Genauigkeit von 1 Zentigramm erreicht, ist die Genauigkeit der Dichtebestimmung sehr verschieden. Sie hängt wie bei jeder Messung dieser Art mit Hilfe des Archimedischen Prinzipes von den absoluten Gewichtsgrößen und den Dichten der Körper ab. Sind p und p' die Gewichte eines Körpers in Luft und in Wasser, und ist s seine Dichte, so ist

$$\frac{p}{p-p'} = s \quad \text{oder} \quad p = p s - p' s.$$

Ist nun bei den um Δp und $\Delta p'$ fehlerhaften Bestimmungen von p und p' der Rechnungswert von s um Δs falsch, so sind diese Größen durch die Gleichung verbunden:

$$p + \Delta p = (p + \Delta p)(s + \Delta s) - (p' + \Delta p')(s + \Delta s).$$

Nach dem Ausmultiplizieren ergibt die Subtraktion der obigen Gleichung beim Fortlassen zweier sehr kleinen Glieder:

$$\Delta p = p \Delta s - p' \Delta s + s \Delta p - s \Delta p' = (p - p') \Delta s + s(\Delta p - \Delta p').$$

Hieraus folgt:

$$\Delta s = \frac{\Delta p}{p - p'} - \frac{s}{p - p'} (\Delta p - \Delta p').$$

Der Fehler der Dichtebestimmung wird also offenbar sehr klein, wenn Δp und $\Delta p'$ gleiche Vorzeichen besitzen, d. h. die Gewichte wie infolge Temperaturabweichungen, die unbeachtet blieben, um gleichviel zu groß oder zu klein bestimmt wurden. Im entgegengesetzten Falle, wenn Δp und $\Delta p'$ entgegengesetzte Vorzeichen haben, und wenn beide den größten absoluten Wert Δp haben, also $\Delta p' = -\Delta p$ ist, erhalten wir:

$$\Delta s = \frac{\Delta p}{p - p'} (1 - 2s).$$

Diese Gleichung läßt die große Verschiedenheit der Genauigkeit der Dichtebestimmungen ersehen. Der Fehler ist dem Volumen des untersuchten Körpers umgekehrt, bei großen Dichten s dem Werte derselben annähernd direkt proportional. Aus einer anderen Form dieser Gleichung:

$$\Delta s = \frac{\Delta p \cdot s}{p} (1 - 2s)$$

folgt, daß der Fehler Δs bei gleichen Gewichten p und großen Werten von s annähernd mit dem Quadrate von s zunimmt.

Für die Praxis sind wohl folgende Ausrechnungen nicht uninteressant: Bei den einzelnen Wägungen seien stets Fehler in der Größe eines Zentigramms vorgekommen. Für ein Stück Kalkspat vom ungefähren Volumen 8 ccm und der ungefähren Dichte 2,7 ist der Fehler der Dichtebestimmung dann gleich 0,0055 der Einheit. Für ein silbernes Fünfmarkstück vom ungefähren Volumen 2,7 ccm und der Dichte 10,3 ist der Fehler bereits gleich 0,072. Für ein Zwanzigmarkstück vom ungefähren Volumen 0,5 ccm und der Dichte 17,2 ist ein Fehler in der Höhe von 0,668 der Einheit möglich. Ist die Wägung mit Hilfe der chemischen Wage 10mal so genau gewesen, so beträgt der mögliche Fehler der Dichtebestimmung an einer Goldmünze noch mehr als die Hälfte der Einheit der ersten Dezimale. Man ersieht, wie illusorisch die praktische Bedeutung der Methode der direkten Wägung in Wasser ist, wenn nicht große Goldmassen zu untersuchen und genaue Wagen zu benutzen sind.

Vielleicht läßt aber diese Arbeit die praktische Brauchbarkeit der Zentigrammspindel erkennen.

Die Bestimmungen damit sind so schnell, daß eine Verkleinerung der Fehler durch mehrfache schnelle Wiederholung erfolgen kann. Auf die Bedeutung mehrfacher Messung derselben Größe für einen wahrhaft fördernden physikalischen Unterricht verdient wohl öfters hingewiesen zu werden. Ein Zwanzigmarkstück lieferte die Zahl 17,24, ein anderes 17,3; 80 M in Gold zusammen 17,12. Die Bestimmung mit Hilfe der chemischen Wage ergab an einem Stück 17,175.

Bei einem Fünfmarkstück (27,70 g) ist die Tragfähigkeit des Apparates stark beansprucht. Zwei besonders verschiedene Werte der Bestimmungen für diese Münze waren 10,24 und 10,32. Nach Dammer, *Handb. d. Ch. II, 2, S. 828* ist die Dichte des Silbers von 0,900 Feingehalt gleich 10,271—10,371. Die chemische Wage lieferte die Zahl 10,303.

Für 5 österreichische Zwanzighellerstücke (Reinnickel, 20,04 g) ergab der Apparat das spez. Gewicht 8,79. Die chemische Wage lieferte um 8,77 schwankende Werte; Handbücher gaben die Dichte von Reinnickel recht ungleich (rund 8,8) an.

Zuverlässigere Zahlen erhält man für die weniger schweren Mineralien. Ein ca. 12 g schweres Stück Kalkspat hatte nach der schnellen Bestimmung durch einen Schüler die Dichte 2,707 (2,5—2,8), ein Stück Gips von ca. 30 g die Dichte 2,28 (2,2—2,4), ca. 6,5 g Schwefelkies die Dichte 5,015 (4,8—5,2); die eingeklammerten Angaben sind entnommen Hornstein, *Mineralogie, 4. Aufl.* Besonders bei bröckelnden Substanzen kommen größere Versehen vor, wenn bei der Drahtbefestigung zwischen den Wägungen etwas verloren geht, was z. B. beim Bleiglanz leicht möglich ist. Bei diesem Mineral sind auch die nicht abstreifbaren Luftblasen bisweilen eine Fehlerquelle; man bringt das in Luft auf Schale l gewogene Stück in ein weites Reagenzglas mit etwas Wasser, schließt an die Wasserstrahlpumpe an und entleert unter Wasser in das Schälchen w , die infolge des Evakuierens entstandenen Brocken mit Wasser nachspülend. Die pyknometrische Bestimmung nimmt ungleich mehr Zeit in Anspruch.

Bei der Wägung unebener Körper in Luft ist es bequem, die untere Schale mit Gewichten belasten zu können. Aus Zinn kann man sich leicht Gewichte herstellen, die unter Wasser zu gebrauchen sind. Hat man bei ihrer Herstellung zu viel Metall abgeschnitten, so kann man vor dem Lötrohr leicht ein Körnchen wieder aufschmelzen. Sind diese Wassergewichte einmal wieder naß geworden, so lassen sie sich an ihren Ort im Wasser bringen, ohne Luftblasen mitzunehmen. Dem käuflichen Apparate sind durch die Form unterscheidbare Gewichte beider Art beigelegt und werden nur auf Wunsch nicht übersandt. Die platte Form dieser Gewichte mit langem Draht zum Angreifen ist etwas geeigneter als die gewöhnliche. Für Stabilität des Schwimmens der Senkwage ist natürlich Sorge getragen. Liegen die Gewichte oben zu sehr auf einer Seite, so steht die Spindel ein wenig schief; es ist leicht, letztere senkrecht zu stellen.

Die nicht unbedeutende Tragfähigkeit der neuen Senkwage macht sie zu manchen Versuchen geeignet, bei denen Gewichtsänderungen zu bestimmen sind und es erwünscht

ist, daß der Wäageapparat nach oben frei ist. Qualitativ zu benutzende Schwimmerwagen sind wiederholt beschrieben (Rosenfeld, *d. Zeitschr.* XII 30). Um einen leeren Gummiballon zu wägen, umwickelt man ihn zusammengeknüllt mit Draht; ein Kork mit Glasstöpselchen, um den aufgeblähten (Gummigebläse) Ballon aufzustreifen, ist schon zuvor auf *l* angebracht worden. Kann man 4 l Luft einblasen, wobei der Druck um etwa 3 cm Quecksilbersäule sich erhöht, so nimmt das Gewicht des Ballons fast um 0,20 g zu. Um den Auftrieb eines Wasserstoffballons zu bestimmen, belastet man die Schale mit einem Gegenstande, an dem ein Häkchen ist, woran der Ballonfaden später befestigt werden kann. Bevor man dies ausführt, sowie wenn man den Auftrieb an der Senkwage wirken läßt, wird die Einstellung der Zentigrammspindel abgelesen. Meistens wird die Auflage eines Gewichtes erforderlich sein. Dessen Betrag ist um die Differenz der Zentigrammeinstellungen zu vermehren oder zu vermindern, je nachdem die Spindel das zweite Mal weniger tief oder tiefer eintauchte als vor dem Befestigen des Ballons¹⁾.

Zur Demonstration stehender Luftschwingungen.

Von

A. Stroman in Friedberg (Hessen).

1. Die üblichen Zeichnungen in den Lehrbüchern, Pfeilpaare, die je nach den Knoten hin oder von ihnen weg gerichtet sind, ließen mich nach einem Mittel suchen, diese Luftbewegung unmittelbar anschaulich zu machen. Ich ging dabei von den KUNDTschen Versuchen aus in der Hoffnung, daß kleine, anfangs in der Luft schwebende Teilchen vielleicht zum Ziele führen würden. Die ersten Versuche machte ich mit Zigarrenrauch, doch ohne rechten Erfolg, da er sich rasch an den Wänden anschlägt. Aber es zeigte sich wenigstens, daß in dieser Richtung wohl etwas zu erreichen sein würde, und zwar nur mit wirklich festen Teilchen in trockener Luft. Als vorzüglich geeignet erwiesen sich dann Salmiaknebel.

Man fügt 3 Waschflaschen hintereinander (Fig. 1) und füllt die erste mit konzentrierter Salzsäure, die zweite mit wässriger Ammoniaklösung und die dritte mit konzentrierter Schwefelsäure. Man schaltet zwischen die beiden letzten am besten auch noch eine Flasche mit etwas Wasser, in der überschüssiges Ammoniak gebunden wird, das meist beigemengt ist. An die Salzsäureflasche fügt man ein Handgebläse aus Kautschuk an, wie es zu Holz-



Fig. 1.

brandarbeiten gebraucht wird, an die Schwefelsäureflasche einen Schlauch mit Glasröhre, auf deren Ende man zweckmäßig noch einen durchbohrten Stopfen schiebt. Treibt man mittels des Gebläses einen Luftstrom durch die 3 oder 4 Flüssigkeiten, so bildet der mitgerissene Chlorwasserstoff mit Ammoniak Salmiak in feinsten Verteilung, und die Schwefelsäure bindet den beigemengten Wasserdampf. Als Vorbild diente mir Fig. 106 in Rüdorff-Lüpke, Grundriß der Chemie, I. Teil, XII. Auflage.

2. Man wählt eine Glasröhre von etwa 1,3 m Länge und 1–1,5 cm Weite. Die Enden schmelzt man rund und paßt Korke ein, so daß sie gut schließen, aber nicht länger sind als nötig. Dann bestimmt man die beiden Punkte, die je um ein Viertel der ganzen Länge von

¹⁾ Die Senkwage mit Zentigrammspindel steht unter deutschem Musterschutz. Max Kohl in Chemnitz liefert den Apparat in vorzüglicher Ausführung in Etui nebst je 5 Stück Gewichten für Wasser sowie für Luft in besonderem Holzkästchen für 21 M. Die Spindel ist zum Abschrauben eingerichtet, wodurch die Bruchgefahr des Apparates beim Wagerechtleger beseitigt ist. Die Ablesung wird beschleunigt durch die zum ersten Male an der Aräometerspindel des Apparates angebrachte Farbenskala (daneben sind Zahlen vorhanden) in den deutschen Armeefarben (vgl. *d. Zeitschr.* XVIII, 346). Der Vertikalmaßstab mit der Farbenskala ist außer bei den (a. a. O.) angegebenen Firmen auch durch E. Leybold Nachf. in Cöln zu beziehen.

den beiden Enden entfernt sind, und bezeichnet sie durch aufgeklebte Papierstreifen. Diese Röhre, die natürlich innen trocken sein muß, setzt man senkrecht auf die Ausströmungsöffnung der oben beschriebenen Vorrichtung und treibt so lange Salmiaknebel hindurch, bis sie ganz damit gefüllt ist. Dann verschließt man zweckmäßig erst die obere und hierauf die untere Öffnung und befestigt die Röhre rasch an den bezeichneten Stellen in den beiden Zwingen, die für die KUNDTschen Versuche bestimmt sind. Unter oder hinter die Röhre legt man dunkles Tuch oder Papier und reibt ein freies Ende anhaltend mit einem feuchten Leinenlappen, so daß ein reiner starker Ton entsteht. Da die Röhre springen kann, ist es zweckmäßig, Hände und Puls zu schützen. Schon nach wenigen Strichen zeigen sich in regelmäßigen Abständen Stellen, an denen die Röhre in ihrem oberen Teile durchsichtig wird. Sie entsprechen den Knoten (*K*). Bald ist der Nebel niedergeschlagen, und an den Bäuchen (*B*) liegen kleine Häufchen weißen Pulvers. Die Länge und Weite der Röhre kann übrigens auch wesentlich anders gewählt werden. Sehr schön bekam ich die Erscheinung z. B. mit einer Röhre von 1,6 m Länge und 1,8 cm Weite. Nur mußte längere Zeit kräftig gerieben werden. Die Erscheinung nahm dabei vorübergehend ziemlich regelmäßig die in Fig. 2 dargestellte Form an.

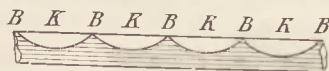


Fig. 2.

3. Wertvoller wird der Versuch, wenn man eine KUNDTsche Röhre zur Verfügung hat. Es ist wesentlich, daß die Röhre, die den Ton erzeugt, genau in der Mitte von dem Korke umfaßt und dieser fest eingesetzt wird. Nachdem man die weitere Röhre wie beim ersten Versuche mit Salmiaknebel gefüllt hat, setzt man den Stempel und die tonerzeugende Röhre ruhig ein. Wenn es heftig geschieht, dringt Luft von außen zwischen die beiden Korke und stört die gleichmäßige Verteilung des Nebels. Nun legt man die Röhre wagrecht, z. B. auf 2 ausgehöhlte große Korke. Man wählt die eingeschlossene Luftsäule so, daß sie 4 halbe Wellen umfaßt. Wenn die geriebene Röhre etwa 1 m lang ist, beträgt die Länge der Luftsäule etwa 26 cm. Man merkt sich bei der Vorbereitung des Versuchs die Stellung der beiden Korke, die die Luftsäule einschließen, durch aufgeklebte Papierstreifen. Sobald nun nach frischer Füllung mit Salmiaknebel das freie Ende der eingesetzten Röhre gerieben wird, bilden sich an den Knoten von oben her durchsichtige Einschnürungen, und der Salmiak schlägt sich rasch nieder. Die Knoten bleiben frei, und an den Bäuchen sammelt sich das feine, außerordentlich leichte Pulver. Außerdem werden die Bäuche an weißen Ringen erkannt, die sich an die Glaswand angeschlagen haben. Wenn man jetzt die tonerzeugende Röhre weiter reibt, sieht man jedesmal beim Einsetzen und Verklingen des Tons das weiße Pulver von den Knoten nach den Bäuchen und umgekehrt schwingen, ganz entsprechend den oben erwähnten Zeichnungen.

Man gebe den Versuch ja nicht auf, wenn er nicht sofort gelingen will. Wie so oft beim Experimentieren spielen auch hier Kleinigkeiten eine große Rolle. Eine geringe Verschiebung des Stempels oder festeres Einsetzen der geriebenen Röhre kann plötzlich den Erfolg bringen. Auch ist es nötig, daß man die Röhre zu starkem Tönen bringt, was nicht jedem leicht zu gelingen scheint. Wenn man der Zeitersparnis halber nur die Schwingungen zeigen will, kann man den Versuch so vorbereiten, daß man die Röhre noch ein zweites Mal füllt. Das bereits niedergeschlagene Pulver bleibt dabei sicher an der Glaswand haften, wenn man stärkere Erschütterungen vermeidet. Man kann dann auch die zweite Ladung, wenn ich mich so ausdrücken darf, niederschlagen und die Einstellung im voraus regeln. Auf diese Weise habe ich die Erscheinung sogar am schönsten bekommen. Wenn dabei einmal Teilchen in einen Knoten gerieten, blieben sie fest liegen, während die andern mächtig hin und her schlangen.

4. Will man die Schwingungen des Glases selbst zeigen, so verkorkt man eine etwa 1 m lange und 1–1,5 cm weite Glasröhre am einen Ende und füllt etwas Fluoresceinlösung (1:1000) hinein. Nachdem man auch das andere Ende verkorkt und die Flüssigkeit durch Drehen und Neigen der Röhre so verteilt hat, daß sie die Glaswand überall benetzt, nimmt man die Korke heraus und läßt den Überschuß ausfließen. Dann spannt man die

Röhre rasch in der Mitte ein und reibt das eine Ende. Alsbald bilden sich an beiden Enden grüne Ringe. Da die Röhre beiderseits offen ist, ist der Beweis geliefert, daß die Erscheinung durch die Schwingungen des Glases selbst und nicht durch die schwingende Luft bedingt wird.

Einige Versuche zur Ausdehnung fester Körper durch die Wärme.

Von

Dr. Wilhelm Bahrdt in Groß-Lichterfelde bei Berlin.

Ausdehnung stabförmiger Körper. Um die geringe Ausdehnung stab- oder plattenförmiger Körper durch die Wärme einem großen Auditorium augenfällig zu veranschaulichen, ist es zweckmäßig, mittels des Projektionsapparates oder als Ersatz hierfür mittels einer Konvexlinse von nicht zu großer Brennweite ein vergrößertes Bild des beleuchteten Stabes oder der Platte auf einem Schirm zu entwerfen. — Man klemmt das eine Ende eines Metalldrahtes oder Stabes von 50 bis 100 cm Länge mit einer Stativklemme fest, während das andere Ende zur Vermeidung von Querschwingungen lose in eine Stativklauwe gelegt wird. Von diesem Ende, das durch eine Lampe erhellt wird, entwirft man mit dem Projektionsapparat oder einer Linse ein etwa 20 bis 30mal vergrößertes deutliches Bild auf

einem Schirm (s. Fig. 1). Dann stellt man in den Lichtkegel der Linse, nahe beim Schirm, einen senkrechten Stab auf, so daß zwischen seinem Schatten und dem Schattenbilde der Stabspitze etwa eine Handbreit Zwischenraum ist. Erwärmt man nun den Metalldraht, so verringert sich dieser

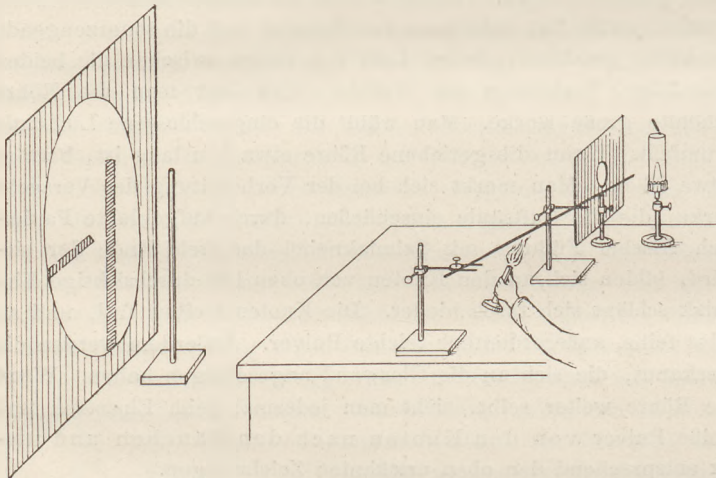


Fig. 1.

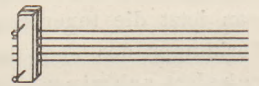


Fig. 2.

Zwischenraum immer mehr, bis endlich das Bild der Stabspitze den senkrechten Schatten berührt. Die wirkliche Verlängerung des Stabes berechnet man, indem man den Weg des Schattenbildes durch die Vergrößerungszahl dividiert; letztere ist gleich dem Quotienten aus der Breite des Stabschattens und der wirklichen Dicke des Stabes. — Fertigt man sich aus verschiedenen Materialien (Eisen, Aluminium, Kupfer, Messing, Glas u. a.) gleich lange und gleich dicke Stäbe an und klemmt ihre einen Enden in der Weise fest, daß alle Stäbe nahe beieinander und ihre anderen Enden in einer Linie liegen (Fig. 2), so läßt sich die verschiedene Ausdehnung mehrerer Stäbe bei gleicher Erwärmung durch einen einzigen Versuch recht anschaulich zeigen und sogar das ungefähre Verhältnis der Ausdehnungskoeffizienten bestimmen. Auf jeden Fall zeigt dieser einfache Versuch die verschieden starke Ausdehnung mehrerer Körper ebensogut wie das Muschenbroeksche Hebelpyrometer, das (nach Weinhold) bei nicht ganz guter Ausführung kaum die Verschiedenartigkeit der Ausdehnung der Metalle nachzuweisen gestattet.

Ausdehnung plattenförmiger Körper. Die Ausdehnung plattenförmiger Körper nach zwei Dimensionen durch die Wärme läßt sich in ähnlicher Weise durch die Projektion zeigen. Man schneide sich aus Metallblech, z. B. aus Aluminium, das einen großen Aus-

dehnungskoeffizienten besitzt, ein Quadrat von etwa 15 cm Seitenlänge aus, bohre an einer Ecke ein rundes Loch in die Platte, stecke einen Eisenbolzen mit Schraubengewinde hindurch und klemme die Platte zwischen zwei Schraubenmuttern fest. Durch diesen Bolzen befestigt man nun die Platte an einem Stativ und entwirft von der gegenüberliegenden Ecke ein Bild auf dem Projektionsschirm. Hierauf stellt man vor dem Schirm einen senkrechten und wagerechten Stab so auf, daß ihre Schatten parallel den Kanten des Plattenbildes laufen, und ein schmaler Lichtstreifen zu sehen bleibt. Erhitzt man jetzt die Platte, so verschwindet dieser Lichtstreifen; beim Abkühlen kommt er wieder zum Vorschein.

Messung des linearen Ausdehnungskoeffizienten. Weil die Ausdehnung fester Körper durch die Wärme sehr gering ist, so muß man sie behufs ihrer Messung dem Auge vergrößern. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß man die kleinen Bewegungen mittels eines Winkelhebels auf einen langen Zeiger (Lichtzeiger, Visierlinie eines Fernrohrs) überträgt und sie durch diesen in vergrößertem Maßstabe sichtbar macht, oder aber dadurch, daß man mit dem Projektionsapparat oder dem Mikroskop ein vergrößertes Bild der Bewegungen des erwähnten Stabes erzeugt. Eine Methode der Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten mit dem Projektionsapparat findet man in „Weinhold, Demonstrationen“; dagegen ist meines Wissens mit dem Mikroskop bisher noch keine Bestimmung gemacht worden. Da aber diese Messung eine sehr einfache ist, ziemlich gute Resultate liefert und ohne großen Apparat möglich ist, so möge sie im folgenden mitgeteilt werden.

Um den Metallstab, dessen Ausdehnungskoeffizient bestimmt werden soll, auf eine bekannte Temperatur zu bringen, umgibt man ihn mit einer Glasröhre, die an beiden Seiten durch Gummiknie verschlossen ist (Fig. 3); die Spitzen des Stabes ragen an beiden Enden um ein kleines Stück aus dem Gummiverschluß heraus. Durch gläserne Zwischenstücke werden die Gummiknie mit Schlauchleitungen verbunden, so daß man Wasser von beliebiger Temperatur oder Dämpfe siedenden Wassers hindurchströmen lassen kann. Das eine herausragende Ende des Stabes wird in einen Schraubstock eingespannt; am andern Ende wird durch dünnen Blumendraht oder Garn eine zweimal rechtwinklig umgebogene Stecknadel befestigt, deren Spitze unter das Mikroskop gebracht wird. Die gewöhnlichen Klebmittel Plastitin, Klebwachs oder Siegellack sind zum Befestigen der Nadel ungeeignet, weil sie bei höheren Temperaturen weich werden. Im Okular des Mikroskops befindet sich ein Mikrometer, das in hundertstel Millimeter eingeteilt ist. Zu Beginn des Versuchs wird Wasser von Zimmertemperatur aus einem Kessel durch die Glasröhre geleitet, die Nadelspitze deutlich im Mikroskop eingestellt und durch leises Klopfen gegen das Mikroskop erreicht, daß das Bild der Spitze auf den Teilstrich 0 der Mikrometerteilung fällt. Dann wird das Wasser im Kessel erhitzt, während der Wasserstrom ununterbrochen durch die Röhre fließt. Die Nadelspitze beginnt nun unter dem Mikroskop längs der Mikrometerteilung vorwärts zu rücken. Man liest in Zwischenräumen gleichzeitig die Temperatur des Wassers und die Stellung der Nadelspitze auf der Teilung ab. Bezeichnet man die Länge des Stabes mit l und die bei einer Temperaturerhöhung von t^0 erfolgte Längenzunahme mit d , so ist der lineare Ausdehnungskoeffizient



Fig. 3.

$$\alpha = \frac{d}{l \cdot t}$$

Als Beispiel zu dieser Methode wähle ich eine Messung, die zwei Primaner unserer Oberrealschule mit einem Kupferstab von 200 mm Länge in den praktischen Übungen angestellt haben. Sie erhielten folgende Reihe von Versuchsdaten:



Temperatur des durch die Röhre geleiteten Wassers in ° C.:	Verlängerung des Stabes in hundertstel Millimetern:
16,0	0,0
23,2	2,5
30,8	4,9
36,8	6,5
45,0	8,5
51,2	11,0
59,0	13,0
64,0	15,0
71,0	17,5
77,0	20,0
84,0	22,0
95,2	25,0

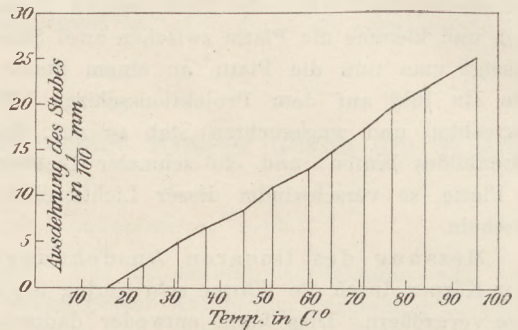


Fig. 4.

Diese Resultate sind in Fig. 4 graphisch dargestellt, in der die Temperaturen als Abszissen und die zugehörigen Stabverlängerungen als Ordinaten eingetragen sind; die Verbindungslinie der Punkte ist, wenn von kleinen Abweichungen abgesehen wird, eine Gerade. Die Resultate der Untersuchung sind demnach:

1. Der Kupferstab dehnt sich proportional der Temperaturerhöhung aus (abgesehen von kleinen Abweichungen, deren Messung jenseits der Genauigkeitsgrenze dieser Messungsmethode liegt).

2. Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Kupfer (aus dem ersten und letzten Wertepaare berechnet) ist gleich 0,000 016 (anstatt 0,000 017).

Bei sämtlichen von mir selbst nach dieser Methode angestellten Messungen erhielt ich auch Werte, die etwas kleiner als die in Tabellen gefundenen Werte waren. Da ich glaube, bei meinen Versuchen möglichst alle Fehlerquellen ausgeschaltet oder möglichst gering gemacht zu haben, so kann ich mir diese einseitigen Fehler nur durch die Annahme erklären, daß die Temperatur des Stabes und des Wassers in der Glasröhre stets etwas geringer war als die im Kessel gemessene Temperatur des Wassers.

Die Spannungen im festen Körper.

Von

Prof. Dr. Emil Schulze in Berlin.

In dieser Zeitschrift ist wiederholt die Ansicht vertreten worden, daß die Spannungen in einem von äußeren Kräften beeinflussten festen Körper nicht vernachlässigt werden dürfen. Im XIV. Jahrgang versucht SCHÜLKE für den Bau einer Eisenbahnbrücke und die in ihr auftretenden Spannungen Interesse zu erwecken, im XV. Jahrgang spricht POSKE aus, daß eine befriedigende Lösung des Hebelproblems nicht ohne Berücksichtigung der im festen Körper auftretenden Spannungen gegeben werden könne, bietet FR. C. G. MÜLLER eine solche befriedigende Lösung in seiner Abhandlung: „Eine schulmäßige Theorie des Hebels“. In den beiden letzten Jahrgängen ist GRIMSEH gegen den starren Körper zu Felde gezogen.

Als ich nach Erscheinen des Aufsatzes von FR. C. G. MÜLLER die Spannungen im Körper beim Unterricht zu berücksichtigen mich bemühte, hatte ich die Empfindung, daß den Schülern, die so gar nichts von diesen inneren Spannkraften merken, deren Vorhandensein an geeigneten Modellen veranschaulicht werden müsse. Für die Behauptung, daß in jedem Punkte eines festen Körpers die Resultante der Spannungen im Gleichgewichtszustande gleich Null sein soll, genügt die Begründung durch Worte nicht, sondern vorbereitende Versuche an Modellen sind notwendig.

FR. C. G. MÖLLER zieht durch einen festen Ring A (Fig. 1) einen Faden, hängt an dessen Enden Gewichte und spreizt ein Holzstäbchen zwischen die beiden Fadenstücke; es entwickeln sich dann in BC Schub-, in AB und AC Zugkräfte. Daß die beiden Schubkräfte in BC von B und C her nach Eintritt des Gleichgewichtszustandes gleich groß sind, leuchtet ein, und doch dürfte es wegen der fundamentalen Wichtigkeit des Versuchs sich empfehlen, durch den Augenschein davon zu überzeugen. Das wird einfach dadurch erreicht, daß man das Hölzchen durch eine Drahtspirale ersetzt; ein längeres, leichtes Röhrchen, durch die Spirale gezogen, hindert deren Verbindung. Ein Stück Draht, durch die mittelste Windung gezogen und fest zusammengedreht, klemmt diese Windung an das Röhrchen und zerlegt hierdurch die Spirale in zwei gleich lange Spiralen, die in der Mitte zusammenstoßen. Der Versuch zeigt, daß, mag man die Gewichte β und γ wählen, wie man will, das Stück Draht stets die Mitte der Spirale einnimmt, die beiden Spiralenhälften also von beiden Seiten her gleich stark zusammengeschoben werden. Ersetzt man die Fadenteile AB und AC durch Kautschukfäden, die durch einen Knoten in der Mitte in zwei gleich lange Fäden zerlegt sind, hängt die Vorrichtung nicht in A auf, sondern bringt in A eine Kraft $\alpha = \beta + \gamma$ vertikal nach oben an, so beobachten die Schüler, daß die Knoten in jeder Gleichgewichtslage in der Mitte der Fäden bleiben, und erkennen daraus, daß die beiden Fadenhälften von beiden Seiten her gleich stark auseinandergezogen worden sind, daß also, wie in der Spirale BC gleich große Schubkräfte, so in den Kautschukfäden gleich große Zugkräfte auftreten.

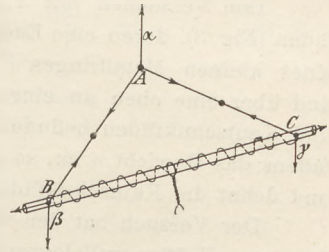


Fig. 1.

Bei dem letzten Versuche ist es offenbar unwesentlich, daß die Kräfte α, β, γ parallele Richtung haben. Vereinigt man z. B. 3 Kautschukfäden, von denen jeder in der Mitte einen Knoten habe, zu einem Dreieck ABC und hängt in C ein Gewicht an, während man in A und B Kräfte α und β mittels Seidenfäden, die über Rollen geführt sind, wirken läßt (Fig. 2), so befinden sich nach automatischer Einstellung des Fadendreiecks die Knoten stets in der Mitte der Fäden, wie immer auch die Zugkräfte α, β, γ abgeändert werden mögen.

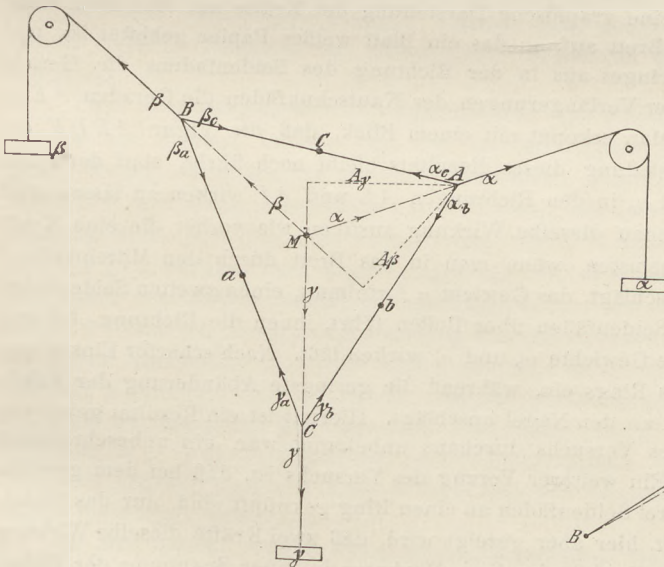


Fig. 2.

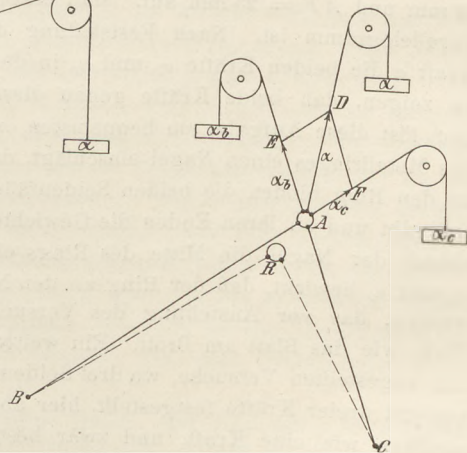


Fig. 3.

Es ist selbstverständlich, daß die Versuchsreihe nicht mit dem Dreieck aus 3 Fäden eröffnet wird, sondern daß man zunächst die üblichen Versuche mit 1 Kautschukfaden anstellen wird. Ein Versuch, der das Verständnis sehr fördert, sei erwähnt. Nachdem man einen

vertikal aufgehängten Kautschukfaden AB unten in B durch Gewichte von 40 und 80 g belastet und die Ausdehnung beobachtet hat, läßt man jetzt in B 40 g nach unten und in A mittels eines über eine Rolle geführten Seidenfadens eine Kraft von 40 g nach oben wirken; weil an dem Kautschukfaden jetzt Kräfte ziehen, die zusammen 80 g betragen, so wird auf die Frage, wie groß die Verlängerung sein wird, wohl zunächst eine falsche Antwort erfolgen. Bei diesem Versuche wird man die Aufmerksamkeit auch auf den gespannten Seidenfaden lenken; auch in ihm haben Verschiebungen der Teilchen stattgefunden, wenn sie sich auch schwerer nachweisen lassen.

Den Versuchen mit 1 Kautschukfaden schließen sich an Versuche mit 2 Kautschukfäden (Fig. 3), deren eine Enden unten in B und C befestigt und deren andere Enden mittels eines kleinen Metallringes R vereinigt sind. An den Ring ist ein Seidenfaden gebunden und über eine oben an einem Rahmen befestigte, verstellbare Rolle geführt; Seidenfaden und Kautschukfäden befinden sich in einer Vertikalebene. Bringt man am Ende des Seidenfadens das Gewicht α an, so zieht es den Ring von der Stelle R bis zur Stelle A in die Höhe und dehnt die Kautschukfäden aus.

Der Versuch hat den wichtigen Zweck, die Schüler den ihnen bis dahin unbekanntem Satz vom Kräfteparallelogramm selbständig finden zu lassen. Gewöhnlich wird der Satz aus dem vom Parallelogramm der Bewegungen abgeleitet; infolgedessen beschränkt sich der übliche Versuch (3 Kräfte ziehen mittels Seidenfäden an einem Metallring und halten ihn im Gleichgewicht) darauf, den schon als bekannt vorausgesetzten Satz zu bestätigen. Diese Anordnung sowie der Versuch befriedigen GRIMSEHL (XVII. Jahrgang, S. 260) so wenig, daß er vorschlägt, statt des Satzes vom Kräfteparallelogramm den Projektionssatz an die Spitze zu stellen und ersteren aus diesem abzuleiten. In dem Versuch mit 2 Kautschukfäden werden die von GRIMSEHL mit Recht gerügten Fehler vermieden, so daß der Satz vom Kräfteparallelogramm die ihm gebührende erste Stelle behalten kann.

Die Spannungen, die durch das Gewicht α in den beiden Kautschukfäden erzeugt worden sind, lassen sich leicht durch Messung der Längen der gespannten Fäden bestimmen. Bei einem Versuche waren z. B. durch das Gewicht $\alpha = 48$ g in den Kautschukfäden die Spannungen $\alpha_b = 34$ g und $\alpha_c = 25$ g erzeugt worden. Zur Ermittlung des zugrunde liegenden Gesetzes wendet man eine graphische Darstellung der Kräfte an. Man stellt dicht hinter der Fadenvorrichtung ein Brett auf, an das ein Blatt weißes Papier geheftet ist, und trägt von der Mitte A des Metallringes aus in der Richtung des Seidenfadens die Gerade $AD = 48$ mm, in der Richtung der Verlängerungen der Kautschukfäden die Geraden $AE = 34$ mm und $AF = 25$ mm auf. Man erkennt mit einem Blick, daß die Figur $AEDF$ ein Parallelogramm ist. Nach Feststellung dieses Resultats bleibt noch übrig, statt der einen Kraft α die beiden Kräfte α_b und α_c in den Richtungen AE und AF wirken zu lassen und zu zeigen, daß beide Kräfte genau dieselbe Wirkung ausüben wie vorher die eine Kraft. Man löst diese Aufgabe am bequemsten, wenn man in das Brett durch den Mittelpunkt A des Metallringes einen Nagel einschlägt, das Gewicht α fortnimmt, einen zweiten Seidenfaden an den Ring bindet, die beiden Seidenfäden über Rollen führt, ihnen die Richtung AE und AF gibt und an ihren Enden die Gewichte α_b und α_c wirken läßt. Nach scharfer Einstellung nimmt der Nagel die Mitte des Rings ein, während die geringste Abänderung der Kräfte α_b und α_c bewirkt, daß der Ring an den Nagel anschlägt. Hiermit ist ein Resultat gewonnen worden, das vor Anstellung des Versuchs durchaus unbekannt war, ein unbeschriebenes Blatt, wie das Blatt am Brett. Ein weiterer Vorzug des Versuchs ist, daß bei dem gewöhnlich angestellten Versuche, wo drei Seidenfäden an einen Ring geknüpft sind, nur das Gleichgewicht dreier Kräfte festgestellt, hier aber gezeigt wird, daß zwei Kräfte dieselbe Wirkung ausüben wie eine Kraft, und zwar besteht diese Wirkung in einer Spannung der Fäden, während bei dem üblichen Versuche die Wirkung auf die winzige Masse des Metallringes in den Vordergrund gerückt wird.

Auf die Versuche mit 1 und 2 Kautschukfäden folgt die Vorführung des Fadendreiecks (Fig. 2), und daran schließt sich die mathematische Ableitung der Gleichgewichtsbedingungen

des Systems. Bemerkte mag an dieser Stelle werden, daß dieses sowie die andern Fadensysteme für die Mathematikstunden so manche interessante Aufgabe darbieten (z. B. die Fäden des Dreiecks seien unausgedehnt 20 cm, 30 cm, 40 cm, ausgedehnt 23 cm, 34 cm, 43 cm lang, die Verlängerung pro cm und g betrage 0,003 cm. Wie groß sind die Spannungen in den Fäden sowie Größe und Richtung der Kräfte?) Bezeichnet man die Komponenten von α mit α_b und α_c , von β mit β_c und β_a , von γ mit γ_a und γ_b , so sind die drei Gleichgewichtsbedingungen

$$1) \beta_a = \gamma_a \qquad 2) \gamma_b = \alpha_b \qquad 3) \alpha_c = \beta_c.$$

Fällt man von A auf die Richtungen der Kräfte β und γ die Lote $A\beta = c \cdot \sin(\beta, c)$ und $A\gamma = b \cdot \sin(\gamma, b)$, so ist, da $\beta : \beta_a = \sin(\alpha, c) : \sin(\beta, c)$ ist,

$$\beta \cdot A\beta = \beta_a \cdot \frac{\sin(\alpha, c)}{\sin(\beta, c)} \cdot c \sin(\beta, c); \text{ ebenso } \gamma \cdot A\gamma = \gamma_a \cdot \frac{\sin(\alpha, b)}{\sin(\gamma, b)} \cdot b \cdot \sin(\gamma, b)$$

und daher

$$\frac{\beta \cdot A\beta}{\gamma \cdot A\gamma} = \frac{\beta_a}{\gamma_a} \cdot \frac{c \cdot \sin(\alpha, c)}{b \cdot \sin(\alpha, b)} = \frac{\beta_a}{\gamma_a}.$$

Aus der Spannungsgleichung $\beta_a = \gamma_a$ folgt also die Momentengleichung $\beta \cdot A\beta = \gamma \cdot A\gamma$ und umgekehrt; ebenso folgt aus $\gamma_b = \alpha_b$ die Gleichung $\gamma \cdot B\gamma = \alpha \cdot B\alpha$ und aus $\alpha_c = \beta_c$ die Gleichung $\alpha \cdot C\alpha = \beta \cdot C\beta$ und umgekehrt. Man gewinnt daher den Satz: „Sind die 3 Momentengleichungen erfüllt, so ist das System im Gleichgewicht.“ Noch in einer zweiten Form lassen sich die Gleichgewichtsbedingungen aussprechen: „Schneiden sich die 3 Kraftrichtungen in einem Punkte, und haben die Kräfte, falls man sie sich nach dem Schnittpunkt verlegt denkt, die Resultante Null, so ist das System im Gleichgewicht“, denn ist M der Schnittpunkt, so ist $A\beta = M A \cdot \sin(\alpha, \beta)$, $A\gamma = M A \cdot \sin(\alpha, \gamma)$, und da $\beta : \gamma = \sin(\alpha, \gamma) : \sin(\alpha, \beta)$ ist, so folgt $\beta \cdot A\beta = \gamma \cdot A\gamma$, d. h. die erste Momentengleichung ist erfüllt, ebenso die zweite und dritte, nach dem vorigen Satz ist also Gleichgewicht.

Alles Gesagte gilt auch, wenn Schubkräfte auftreten, und ein oder mehrere Fäden durch Druckspiralen ersetzt werden müssen, ebenso wenn das System ABC aus 3 Holzstäben gebildet ist. Sind zwei Kräfte parallel, so auch die dritte, und zwar ist letztere, wie sich aus den drei Momentengleichungen ableiten läßt, gleich der Summe bzw. Differenz der beiden andern. Versuche am System ABC bestätigen die Resultate der mathematischen Ableitung.

Zwei Bewegungsformen des Systems sind von Wichtigkeit:

1. Das System bewege sich um die feste Achse A ; in diesem Falle sind nur zwei äußere Kräfte vorhanden, da die dritte Kraft durch den Widerstand der festen Achse ersetzt wird. Die drei Momentengleichungen reduzieren sich hier auf die eine $\beta \cdot A\beta = \gamma \cdot A\gamma$. Die Wirkungsweise des ein- und zweiarmigen Hebels erläutert man, indem man die Kräfte β und γ (Fig. 1) vertikal nach unten wirken läßt und von dem Gewichtssatze γ ein Gewichtstück nach dem andern wegnimmt; man beobachtet, wie die Druckspannung in der Druckspirale BC und die Zugspannung in dem Kautschukfaden AC immer geringer und schließlich gleich Null wird. Läßt man darauf γ mittels Rolle vertikal nach oben wirken, so muß man den Kautschukfaden AC durch eine Druckspirale ersetzen, während die Spirale BC sich auch als Zugspirale benutzen läßt. Vergrößert man γ immer mehr, so wird die Druckspannung in AC , die Zugspannung in BC immer größer. Hierbei hat sich der Apparat um A so weit gedreht, daß sich jetzt A links von BC befindet, aus dem zweiarmigen Hebel ist ein einarmiger geworden.

2. Das System bewege sich auf vorgeschriebener Bahn. Man lege auf 2 feste Rollen eine Stahlnadel (etwas länger und kräftiger als eine Stricknadel), so daß sie in wagerechter Lage auf den Rollen leicht hin- und herrollen kann, und befestige an dieser das System ABC in A (Fig. 4). Es stellt sich unter Einwirkung der Kräfte β und γ automatisch ein; die Kraft α wird durch den Widerstand der Nadel ersetzt. Der Versuch zeigt, daß die Nadel auf den Rollen so lange gleitet, bis die Verbindungslinie des Punktes A mit dem

Schnittpunkte der Richtungen von β und γ senkrecht zur Nadel ist. Aus der oben abgeleiteten zweiten Form der Gleichgewichtsbedingungen läßt sich leicht die für den Fall des Gleichgewichtes gültige Gleichung ableiten. Im Kräfteparallelogramm ist $\beta \cdot \sin(\alpha, \beta) = \gamma \cdot \sin(\alpha, \gamma)$; weil nun α senkrecht zur Richtung der Nadel wirkt, so folgt hieraus die Gleichgewichtsbedingung $\beta \cdot \cos \varphi = \gamma \cdot \cos \psi$, wo φ und ψ die Winkel sind, die die Richtung der Nadel mit den Richtungen der Kräfte β und γ bildet.

Das Modell (Fig. 5) stellt ein System von 5 Kautschukfäden dar, deren jeder in der Mitte einen Knoten hat; in A, B, C greifen drei äußere Kräfte α, β, γ an. Der Versuch zeigt, daß, wie immer Größe und Richtung der Zugkräfte α, β, γ abgeändert werden mögen,

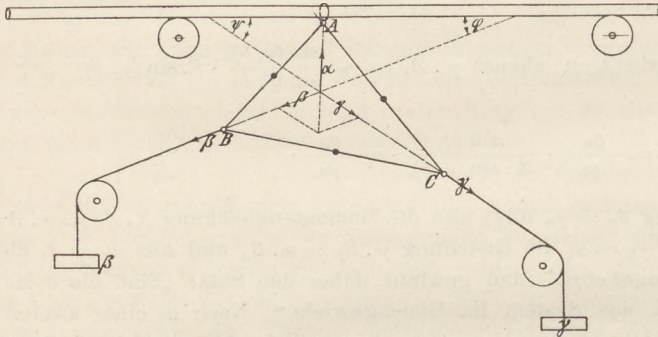


Fig. 4.

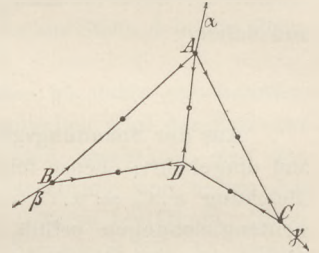


Fig. 5.

die Knoten in der Gleichgewichtslage stets die Mitte der Fäden einnehmen, daß also jeder Faden von gleich großen und entgegengesetzten Spannkraften gespannt wird. In erster Linie aber dient der Versuch dem Zwecke, zu zeigen, daß das System einen Eckpunkt D hat, an dem keine äußere Kraft angreift und doch drei innere Spannkraften sich ausbilden, deren Resultante nach automatischer Einstellung gleich Null ist. Besteht das System (Fig. 5)

aus Holzstäbchen, so läßt es sich verwerten, um die Verschiebung einer Kraft in der Kraftrichtung zu erläutern. Richtet man den Versuch so ein, daß α in der Richtung AD wirkt, so kann man α in der Richtung AD verschieben und in D angreifen lassen, ohne das Gleichgewicht zu stören, nur ist aus der Zugstange AD eine Schubstange geworden.

Das Fadensystem (Fig. 6) ist als Beispiel gewählt, um das Zustandekommen von inneren Spannkraften noch eingehender zu erläutern; in 4 Eckpunktengreifen äußere Kräfte an, während in jedem der 8 andern Eckpunkte Spannkraften auftreten, deren Resultante nach automatischer Einstellung gleich Null ist.

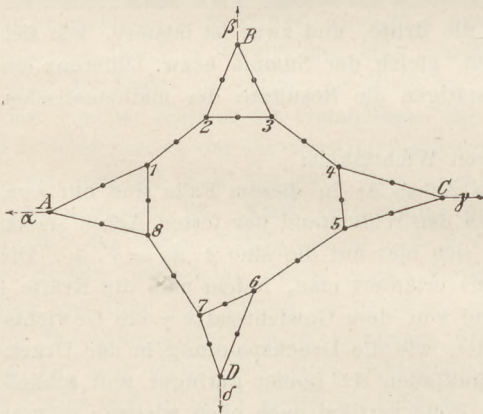


Fig. 6.

Sehr hübsche Beispiele für das Auftreten von inneren Spannkraften liefern die Dach- und Brückenkonstruktionen, wie sie SCHÜLKE im XIV. Jahrg. dieser Zeitschr. beschrieben hat; besonders den Brückenmodellen bringen die Schüler das lebhafteste Interesse entgegen. Von der Zeichnung eines Kräfteplans dürfte abzuraten sein, denn es kostet ziemlich viel Zeit, bis die Schüler sich einige Übung darin aneignen; eine Zeichnung, wie z. B. Fig. 7, in der die Spannungen in einer Bogenbrücke dargestellt sind, ist für die Zwecke, die hier verfolgt werden, vollständig ausreichend. A, B, C, D, E sind Parabelpunkte, F ist der Brennpunkt, in H wirke die Last $p = 1$, das Gewicht der Brücke bleibe unberücksichtigt. Man erkennt, daß in A, B, H äußere Kräfte angreifen, während an jedem der übrigen Eckpunkte innere Spannungen auftreten, deren Resultante gleich Null ist; im Punkte D z. B. stoßen 3 Schub-

stangen, CD , ED , FD und eine Zugstange HD zusammen, in denen die Spannkraften $\frac{1}{8}\sqrt{17}$, $\frac{1}{4}\sqrt{17}$, $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ wirken und einander das Gleichgewicht halten. Im Punkte H ist die Kraftverteilung nicht ganz übersichtlich; die in H angreifende Last 1 denke man sich in 2 Hälften zerlegt, die eine Hälfte übt auf die Zugstange EH einen Zug aus, die andere Hälfte liefert drei Komponenten, die Komponente 1 in der Zugstange HB , die Komponente $\frac{1}{2}$ in der Zugstange HF und die Komponente $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ in der Zugstange HD .

Wenn man nach diesen Vorbereitungen an die Behandlung des festen Körpers herantritt, so ist jetzt der Satz experimentell wohl vorbereitet, daß alle Teilchen des Körpers, welche Gestalt und welches Gefüge er auch haben möge, unter Einfluß von äußeren Kräften kleine Verschiebungen erleiden, und daß infolgedessen sich in jedem Punkte Spannkraften entwickeln, deren Resultante im Falle des Gleichgewichts gleich Null ist. Im übrigen ist die Theorie der Elastizität fester Körper viel zu schwierig, als daß man näher darauf

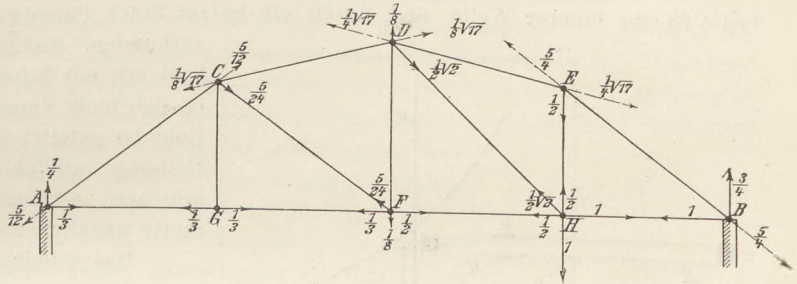


Fig. 7.

eingehen könnte. Man wird sich begnügen, die Gleichgewichtsbedingungen an einem möglichst leichten, dünnen Brettchen zu erläutern, an dem in den Punkten A , B , C die drei Kräfte α , β , γ angreifen. In Fig. 2 stellen A , B , C drei Punkte des Brettchens dar. Der Versuch ergibt dieselben Resultate wie bei dem Fadensystem: Die drei Krafrichtungen schneiden sich nach automatischer Einstellung in einem Punkte M , die Kräfte lassen sich ohne Störung des Gleichgewichts nach diesem Schnittpunkte verlegen und haben die Resultante Null, die drei Momentengleichungen gelten auch hier. Auf Grund dieser Beobachtungen läßt sich die Annahme rechtfertigen, daß der von den drei Kräften ausgeübte Zug sich in den Richtungen AM , BM , CM mit voller Stärke fortpflanzt, während in den Richtungen AB , AC , BC Spannungen entstehen, die gleich den Komponenten der Kräfte sind. (Wählt man statt des Holzbrettchens ein möglichst dünnes Gummiblättchen, so lassen sich die Spannungen in ihm in befriedigender Weise beobachten.)

Hieran schließt sich die Betrachtung der beiden besonderen Fälle: 1. der Drehbewegung, indem man das Brettchen sich um die feste Achse A drehen läßt; die Kraft α wird hier durch den Widerstand der festen Achse ersetzt, und die Kräfte β und γ halten einander das Gleichgewicht, wenn $\beta \cdot A_\beta = \gamma \cdot A_\gamma$ ist; 2. der Bewegung auf vorgeschriebener Bahn (Fig. 4), indem man das Brettchen an einer auf zwei Rollen wagerecht lagernden Stahlnadel befestigt; die Kraft α wird hier durch den Widerstand der festen Nadel ersetzt, und die Kräfte β und γ halten einander das Gleichgewicht, wenn $\beta \cdot \cos \varphi = \gamma \cdot \cos \psi$ ist. Man kann das Brettchen entweder nur im Punkte A an der Nadel befestigen, in welchem Falle die Verbindungslinie des Punktes A mit dem Schnittpunkte der Richtungen von β und γ nach automatischer Einstellung stets senkrecht zur Nadel steht, oder längs einer seiner Kanten, in welchem Falle nur Verschiebung möglich ist.

Bei den bisherigen Untersuchungen war das Hauptziel, das Vorhandensein der inneren Kräfte zu veranschaulichen, und aus diesem Grunde war die Beobachtung des Gleichgewichtszustandes die Hauptsache. Doch sind jetzt auch die Wege geebnet zum Verständnis des Bewegungszustandes. Dreht sich das Brettchen um die feste Achse A , und sind β_1 und β_2 zwei Kräfte, die es in demselben Sinne zu drehen suchen, so sind sie äquivalent, wenn $\beta_1 \cdot A_{\beta_1} = \beta_2 \cdot A_{\beta_2}$ ist; bewegt es sich auf vorgeschriebener Bahn und sind β_1 und β_2 zwei Kräfte, die es in demselben Sinne zu verschieben suchen, so sind sie äquivalent, wenn $\beta_1 \cdot \cos \varphi_1 = \beta_2 \cdot \cos \varphi_2$ ist.

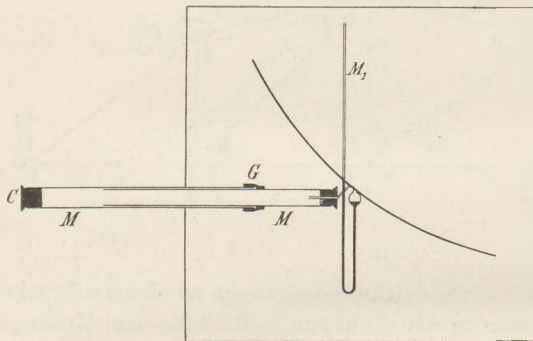
Kleine Mitteilungen.

Ein Apparat zur Demonstration des Boyle-Mariotteschen Gesetzes.

Von Dr. Franz Kiebitz in Berlin.

U. BEHN hat im XVI. Jahrgang dieser Zeitschrift (1903), S. 131 einen Apparat zur Demonstration des Boyle-Mariotteschen Gesetzes beschrieben. Dieser Apparat erfordert beim Gebrauch besondere Vorsicht, weil er ein 1 m langes U-förmiges Glasrohr enthält, das man mit starker Reibung verschieben muß. Die im folgenden beschriebene Modifikation dieses Apparates vermeidet ein solches Rohr und ist darum einfacher herzustellen und zu handhaben.

Zwei eng ineinander verschiebbare Messingrohre M (Figur) von 75 cm Länge und 27 bzw. 28 mm innerer Weite sind durch ein kurzes Stück Patentgummischlauch G luftdicht



verbunden. Auf das weitere Rohr wird der Schlauch mit Schellack aufgeklebt, so daß er sich nicht verschieben kann; das innere Rohr ist gefettet und läßt sich mit geringer Reibung luftdicht in dem Schlauch verschieben, während das äußere in einem Stativ gehalten wird.

Das Außenende des weiteren Rohres wird durch einen Gummistopfen C verschlossen, während das innere Rohr zur Hälfte eingeschoben ist; das Außenende des inneren Rohres trägt in einem durchbohrten

Gummistopfen ein Quecksilber-Manometer M_1 , das Drucke von 0,75 bis 1,5 Atmosphären anzeigt.

Ebenso wie bei der BEHNschen Anordnung sind die horizontalen Verschiebungen des inneren Rohres und des starr damit verbundenen Manometers den Änderungen des abgeschlossenen Volumens, die Verschiebungen des Meniskus im Manometerrohr den zugehörigen Druckänderungen proportional, und man kann auf einem hinter dem Apparat aufgehängten Karton das pV -Diagramm direkt demonstrieren.

Die Verschiebungen des inneren Rohres sind den Volumenänderungen nicht streng proportional, weil die beiden Messingrohre nicht genau den gleichen inneren Querschnitt haben. Andererseits ergibt die Änderung des Quecksilberspiegels in der Manometerkugel einen Fehler an der beobachteten Volumenänderung. Doch sind diese beiden Fehler an sich nur klein; außerdem wirken sie in verschiedenem Sinne, und ihrem absoluten Betrage nach sind sie dadurch auf ungefähr die gleiche Größe gebracht, daß der innere (kreisförmige) Querschnitt des Manometerrohres gleich dem (ringförmigen) Metallquerschnitt des inneren Messingrohres gewählt ist.

Dem Apparat von BEHN gegenüber hat diese Anordnung den Nachteil, daß sie einen kleineren Druckbereich zuläßt, statt $\frac{1}{2}$ bis 2 nur $\frac{3}{4}$ bis $\frac{3}{2}$ Atmosphären.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.

Ein Apparat zum Nachweis der Luftdruckabnahme für kleine Höhenunterschiede.

Von P. Steindell in Berlin-Schöneberg.

Angeregt durch den in dieser Zeitschrift (XVI 132) beschriebenen Versuch des Herrn Dr. BEHN habe ich einen Apparat konstruiert, dessen Einrichtung aus nebenstehender Skizze zu ersehen ist, und der dazu dienen soll, im Unterrichte für kleine Höhenunterschiede die Abnahme des Luftdrucks zu demonstrieren.

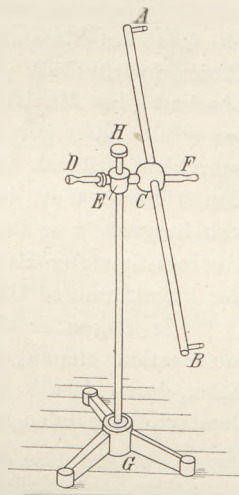
Das an den Enden geschlossene Rohr AB (1 cm Durchmesser und etwa 1 m Länge) besitzt bei A u. B nach vorn gerichtete kleine Ansätze mit Bohrungen von 1,5 mm Durchmesser und kreuzt sich in der Messingkugel C mit dem Rohre DF , auf das bei D u. F Schläuche gestreift werden können. Dieser ganze zusammengelötete Röhrenteil läßt sich in der Bohrung des mit einer Kugel endigenden Stativs EG um DF als Welle wie ein Wind-

mühlenflügel drehen und kann in jeder beliebigen Stellung durch die Schraube *H* festgeklemmt werden. Läßt man bei *D* Gas einströmen und schließt die Öffnung bei *F* durch eine Gummikappe, so erhält man durch Anzünden des ausströmenden Gases bei *A* u. *B*, nachdem der Arm *AB* wagerecht gestellt ist, Flammen von ca. 15 cm Länge. Dreht man jetzt bei wagerechter Stellung des Armes *AB* den Gashahn so weit zu, daß die Flammen bei *A* u. *B* nur noch eine Länge von ca. 2 cm besitzen, so kann man zeigen, daß der Luftdruckunterschied selbst bei einer Höhendifferenz von der Länge des Armes *AB* sich an der Länge der Flamme augenfällig bemerkbar macht. Dreht man nämlich das Rohr *AB*, so daß sich etwa *B* senkt und *A* hebt, so wird sofort die Flamme bei *B* auf wenige mm zusammenschrumpfen, während die Flamme bei *A* bedeutend an Länge zunimmt.

Die recht auffallende Erscheinung erweckt zunächst Zweifel, ob wirklich der geringe Luftdruckunterschied für etwa 1 m Höhendifferenz die Ursache der Erscheinung ist. Um hierin klarer zu sehen, verbinde man vor dem Versuch *F* durch einen Schlauch mit einem U-förmigen Wassermanometer (auch das Loosersche Thermoskop kann dazu benutzt werden). Man wird finden, daß bei vollständig geöffnetem Gashahn das Manometer einen Überdruck des Gases von etwa 35 mm Wasser anzeigt. Schraubt man dann die Flammen bei wagerechter Stellung des Arms *AB* auf etwa 2 cm Länge herunter, so zeigt das Manometer, wie man mit dem Kathetometer feststellen kann, wenig mehr als 1 mm Überdruck des Gases an. Da nun, wie die Rechnung zeigt, der Luftdruckunterschied für eine Höhendifferenz von 1 m etwa 1 mm Wasser beträgt, so wird dadurch klar, daß es lediglich dieser Unterschied in dem Widerstande des Luftdrucks gegen das ausströmende Gas ist, der die Erscheinung bedingt. Hydrodynamische Druckveränderungen des in dem Rohre *AB* strömenden Gases können nicht in dem Sinne in Frage kommen, daß sie die Erscheinung fördern. Die hydrodynamische Druckabnahme bei dem strömenden Gase, die von den Dimensionen des Rohres *AB* und von der Strömungsgeschwindigkeit des Gases abhängt, ist wegen der größeren Strömungsgeschwindigkeit von *C* bis *A* größer als von *C* bis *B*. Demnach wirkt diese hydrodynamische Druckabnahme bei *A* in stärkerem Maße vermindernd auf die Druckdifferenz des Gases und der äußeren Luft als bei *B*, also im entgegengesetzten Sinne der Erscheinung. Zieht man schließlich noch das absolute Gewicht des in dem Rohre *AB* befindlichen Gases in Betracht, so wirkt dies bei vertikaler Stellung des Rohres unten bei *B* vermehrend auf den Gasdruck, oben bei *A* vermindernd, also wiederum im umgekehrten Sinne der Erscheinung.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß der Behnsche Versuch sich nicht etwa in der Weise vereinfachen läßt, daß man eine einzige niedrig geschraubte Gasflamme hebt oder senkt (vergl. auch diese Zeitschrift *XIV* 95). In diesem Falle ist nämlich die in der Zeiteinheit ausströmende Gasmenge, also auch die Flammenhöhe, von dem gesamten Überdruck des Gases (ca. 35 mm Wasser) und den Dimensionen der durchströmten Leitung, insbesondere der eng gestellten Durchströmungsöffnung des Gashahnes, abhängig. Dabei kann eine kleine durch Heben und Senken der Flamme bewirkte Veränderung des Überdrucks von 35 mm in der Formel für die Ausströmungsgeschwindigkeit keine merkliche Veränderung dieser Ausströmungsgeschwindigkeit, also auch der Flammenhöhe, zur Folge haben. Bei dem Behnschen Versuche dagegen kommt bei der Berechnung der Ausströmungsgeschwindigkeit, abgesehen von den Dimensionen des Rohres und der Ausströmungsöffnungen nur der im Rohre *AB* herrschende Gasüberdruck in Ansatz, der mit Rücksicht auf seinen kleinen bei *F* am Manometer ablesbaren Mittelwert allerdings an der höher gelegenen Ausströmungsöffnung wesentlich größer ist als bei der tiefer gelegenen.

Der beschriebene Apparat wird von der Firma Leppin & Masche, Berlin SO, Engel-Ufer 17, für 15 M geliefert.



Versuche über Oberflächenspannung.

Von Prof. H. Rebenstorff in Dresden.

Aus diesem Erscheinungsgebiete wird, abgesehen von Versuchen mit Seifenhäutchen, wohl meistens nur die Abhängigkeit der Kapillaranziehung von der Röhrenweite bzw. vom Abstände keilförmig aufgestellter Glasplatten demonstriert. Man kann aber auch leicht die Abhängigkeit von der Natur der Flüssigkeit zeigen, und zwar ohne Projektion und ohne zeitraubendes Reinigen von Röhren, wenn man die Bildung von Luftblasen in den Flüssigkeiten zugrunde legt. JÄGER hat ein solches Verfahren für die exakte Messung der Oberflächenspannung bearbeitet (Ostwald, *Hand- und Hilfsbuch*, S. 201). Hier genügt eine vereinfachte Ausführung.

Daß der kapillare Druck in einer kugelförmigen Blase deren Radius umgekehrt proportional ist, worauf sonst die Theorie beruht, kann der elementare Unterricht freilich nicht erschließen. Man geht aber allem auf der Schule Unverständlichen durch folgende einfache Erörterung aus dem Wege. Das kapillare Emporsteigen geschieht dadurch, daß die der Glaswand adhärierende Flüssigkeitsoberfläche sich zu verkürzen strebt. Dieser folgt ein Quantum Flüssigkeit, so viel, daß deren Zug nach unten der Oberflächenspannung das Gleichgewicht hält. Wird nun statt dieses Zuges ein ebenso großer Druck in der Röhre oberhalb des Meniskus angebracht, so wandert dieser bis an das untere Ende der Röhre, wo er sich aber gerade noch zu erhalten vermag. Die Tiefe des Eintauchens wird hierbei sehr klein gedacht. Ist der Druck größer, so drängt er so lange Blasen heraus, bis er auf den früheren Wert gesunken ist. Wird dieser Druck durch eine Säule der Versuchsflüssigkeit hergestellt, so ist deren Länge gleich der kapillaren Steighöhe. Es erscheint also diese Übereinstimmung als etwas Selbstverständliches, während sie, aus dem kapillaren Druck in der kugelförmigen Blase abgeleitet, etwas Überraschendes hat.

In folgender Weise kann man sich durch einen Versuch, der freilich nicht der Demonstration dienen soll, von der Gleichheit der kapillaren Steighöhe und der Flüssigkeitshöhe, deren Druck gerade nicht mehr Blasen aus dem Röhrchen treibt, überzeugen. In dem schwimmenden oder durch den Draht d gehaltenen Korke k (Fig. 1) ist das Kapillar-

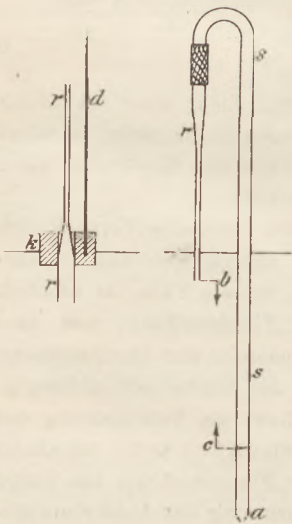


Fig. 1.

rohr r befestigt; man mißt daran die Steighöhe. Das Rohr wird dann mittels Schlauchstückes mit dem U-Rohr s verbunden und, nachdem die Spitze von r mit Wasser benetzt war, wie die Figur rechts zeigt, in Wasser gesenkt. Nach dem Aufhören der Blasenbildung ist der Niveauunterschied bc annähernd der Steighöhe gleich. Das schnelle Eindringen des Wassers in s macht die zweite Messung meistens etwas kleiner. Die Öffnung a wird daher zweckmäßig verengt.

Mit dem wagerechten Rohrende eines kleinen Wasser-
manometers verbindet man ein T-Rohr (Fig. 2), dessen herabführender Schenkel zur Kapillaren ausgezogen ist und in die untergeschobene Flüssigkeit ganz wenig eintaucht. Das Kapillarrohr muß nach Jäger möglichst gerade abgeschnitten sein. Man erhält leicht einen solchen Bruch, wenn man mit einem Schreibdiamanten auf einer Seite leise vorritzt. Der dritte Schen-

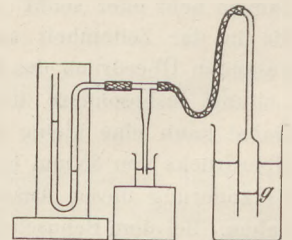


Fig. 2.

kel des T-Rohres wird durch einen Schlauch mit einem unten weiteren Glasrohre g („Taucherglocke“ für die Röhrchentaucher, *d. Zeitschr.* XIII 249) verbunden, durch dessen Einsenken in Wasser man den Druck erzeugt. Dieses Rohr ist in einer Stativklemme senkrecht verschiebbar. Vor dem Herausheben muß man den Schlauch schließen oder die Flüssigkeit von der Kapillaren entfernen, damit nicht letztere bis oben hinauf benetzt wird. Wenn man nacheinander ver-

schiedene Flüssigkeiten in einem kleinen Trog (Wägegläschen) der Kapillaren darbietet, stellt sich das Wasser des Manometers jedesmal der Oberflächenspannung gemäß ein. Die beträchtlichen Differenzen sind aus großen Entfernungen erkennbar. Zur genaueren Ablesung an der Millimeterskala läßt man einen Schüler vortreten. Auch am Manometer sind gut verwendbar Streifen der schönen Skalen auf Bristol-Karton von C. Bube in Hannover, die hinter das Glasrohr geklemmt werden (1 Dutzend geteilte halbe Meter zu 3 M). Ein Versuch dieser Art ergab für Wasser die Druckhöhe von 90,5 mm, für Alkohol 29,8 mm, für Äther 25,3 mm. Die beiden letzteren Zahlen ergeben die kapillare Steighöhe erst, wenn man durch die spez. Gewichte der Flüssigkeiten dividiert. Die Messung mit Alkohol stimmt sehr gut mit den Angaben der Handbücher; bei Äther scheint Wassergehalt eine geringe Abweichung hervorzurufen.

Hieran sei eine wirkungsvolle Demonstration der Verschiedenheit der Oberflächenspannung von Wasser und Äther angeschlossen. *a* (Fig. 3) ist eine Flasche mit abgesprengtem Boden, über deren Öffnung feinmaschiger Mull gebunden ist, und die mittels einer Stativklemme mehr oder weniger tief in das Wasser eines großen Batterieglases eingesenkt werden kann. Die Flasche ist mit einer zweiten, zweckmäßig größeren Flasche *b* ohne Boden verbunden. Letztere ist durch einen festgesiegelten Bleiring beschwert, am besten so, daß sie bei halbem Eintauchen noch schwimmt. Nach anfänglich tieferem Einsenken wird *a* so weit gehoben, daß einige Luftblasen durch die Tüllmaschen dringen, aber zu entstehen aufhören, wenn man *a* wieder etwas senkt. Läßt man nun aus langer Glasrohrpipette vom Boden des Glases aus etwas Äther im Wasser emporsteigen, so brechen gewaltige Luftmengen aus dem Tüll heraus, sobald der Äther diesen erreicht.

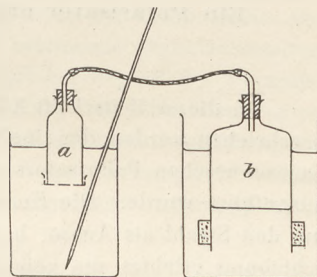


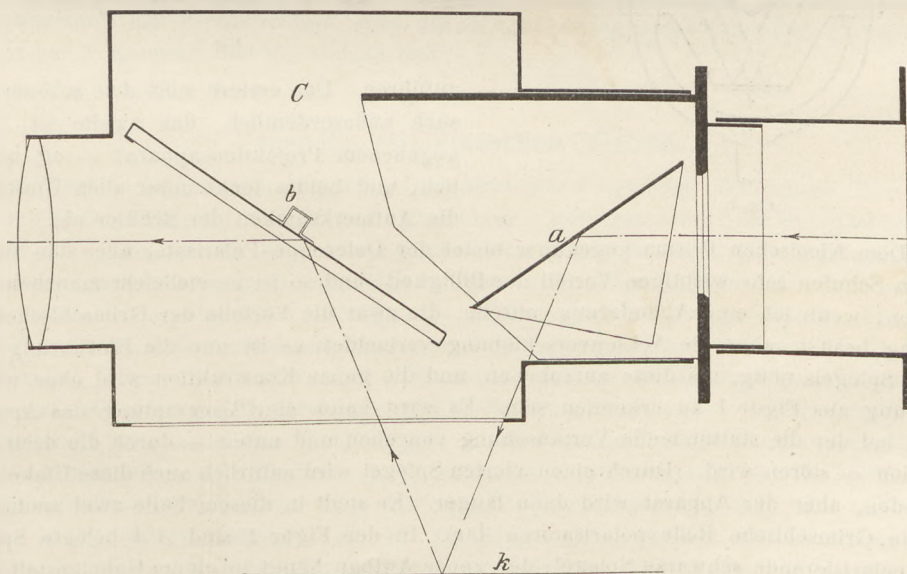
Fig. 3.

Die Apparate für die beschriebenen Versuche sind durch Max Kohl in Chemnitz zu beziehen.

Das Opakoskop.

Von **H. Haedicke**, Direktor der Kgl. Fachschule für Eisen- und Stahlindustrie in Siegen.

Das Opakoskop ist ein Aufsatz für den Kopf des Scioptikons und hat den Zweck, letzteres zur Projektion undurchsichtiger Gegenstände und von Abbildungen u. s. w. zu ver-



wenden. Es wird einfach auf die am Scioptikon befindliche Hülse geschoben, während das Bild, die Schrift u. s. w., also das zu projizierende Objekt auf dem Tische — unterhalb des Ablendevorhanges — liegt oder neben den Aufsatz gestellt wird.

Die Wirkung dieser Einrichtung ist folgende. Der Kasten des Scioptikons dient lediglich zur Aufnahme der Lichtquelle und zum Tragen der Sammellinse, deren Strahlen einen in dem Aufsatz befindlichen, etwa um 50 Grad geneigten verstellbaren Spiegel *a* (s. Fig.) treffen, der sie nach unten lenkt und so zur Beleuchtung des Objektes dient. Dieses nun sendet seine Strahlen auf einen zweiten Spiegel *b*, der sie horizontal auf das Objektiv wirft, welches in bekannter Weise die Vergrößerung besorgt bzw. das Bild auf dem Schirm erzeugt.

Als Spiegel werden am besten Prismen mit innerer Reflexion angewendet. Da der zweite Spiegel *b* ziemlich groß ausfällt, so ist wohl ein Ersatz durch einen Planspiegel angezeigt.

In der auf meine Veranlassung von E. Leybolds Nachfolger in Köln gelieferten Ausführung wird der zweite Spiegel nicht von dem um den Kopf des Scioptikons drehbaren innen geschwärzten Kasten *C*, sondern von einer besonderen Führungsstange gehalten.

Ein Polarisator ohne Richtungsänderung und Achsenverschiebung des Lichtstrahls.

Von **Hermann J. Reiff** in Wetzlar.

In dieser Zeitschrift XVIII. S. 321, 1905, ist von Herrn GRIMSEHL ein „Reflexpolarisator“ beschrieben worden, der eine Vereinfachung des aus Prisma und schwarzem Spiegel bestehenden Delezenneschen Polarisators darstellt, wie schon von der Firma Schmidt und Hänsch eine ausgeführt wurde. Die Konstruktion Grimsehl's bietet den großen Vorteil der Drehbarkeit um den Strahl als Achse, hat aber den Nachteil, daß dabei der Lichtstrahl eine Achsenverschiebung erleidet, die keineswegs unbedeutend ist (bis zu 12 cm bei ca. 40 mm Öffnung).

Verwendet man den Reflexpolarisator als Analysator und verfügt über einen hinreichend großen Schirm, so ist diese Achsenverschiebung in keiner Weise störend. Will man aber von ihm als Polarisator Gebrauch machen, so ist die Verschiebung recht unbequem, was besonders bei dem ebenfalls von Grimsehl (a. a. O.) neu beschriebenen Umowschen Versuch in die Augen fällt. Es ist hier notwendig, entweder mit dem 1½ Meter langen Rohr fortwährend dem Lichtbündel zu folgen oder mit der Laterne entsprechende Bewegungen aus-

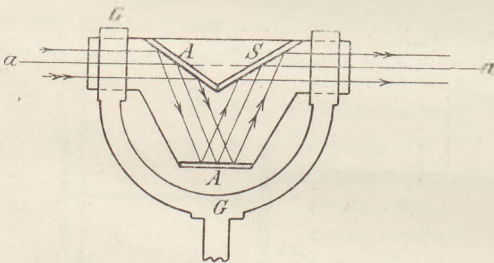


Fig. 1.



Fig. 2.

zuführen. Das erstere stört den schönen Versuch außerordentlich, das zweite ist — bei gegebenem Projektionsapparat — oft unmöglich, und beides lenkt unter allen Umständen die Aufmerksamkeit der Schüler ab.

Dem Nicol'schen Prisma gegenüber bietet der Delezenne-Polarisator aber den für die meisten Schulen sehr wichtigen Vorteil der Billigkeit, und so ist es vielleicht manchem willkommen, wenn ich eine Abänderung mitteile, die zwar die Vorteile der Grimsehl'schen Anordnung besitzt, aber die Achsenverschiebung vermeidet: es ist nur die Einführung eines dritten Spiegels nötig, um diese aufzuheben, und die ganze Konstruktion wird ohne weitere Erklärung aus Figur 1 zu erkennen sein. Es wird kaum eine Verwendung des Apparats geben, bei der die stattfindende Vertauschung von oben und unten — durch die dreimalige Reflexion — stören wird. (Durch einen vierten Spiegel wird natürlich auch diese Umkehrung vermieden, aber der Apparat wird dann länger. Er stellt in diesem Falle zwei aneinander gestellte Grimsehl'sche Reflexpolarisatoren dar). In der Figur 1 sind *AA* belegte Spiegel, *S* der polarisierende schwarze Spiegel; der ganze Aufbau hängt in einem Gabelgestell *G* auf dem Stativ der optischen Bank vor der Laterne und ist um den Strahl *aa* als Achse drehbar.

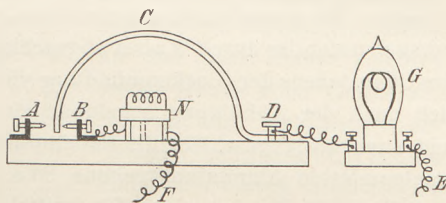
Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch darauf aufmerksam machen, wie man die — geringe — Achsenverschiebung durch Brechung an einem Glasplattenpolarisator aufheben

kann, indem man einfach die Glasplatten in zwei symmetrische Gruppen P und P' (Figur 2) teilt, die entgegengesetzt gleich ablenken. Freilich wird dadurch der Plattensatz doppelt so lang wie bisher. Ich habe beide Arten von Polarisatoren, die sich als brauchbarer Ersatz für große Nicols auf der Projektionsbank erwiesen, bei Arthur Pfeifer in Wetzlar anfertigen lassen. Von dieser Firma sowie von Dr. Steeg und Reuter in Homburg v. d. H. werden die Apparate (D. R. G. M.) geliefert.

Blinkvorrichtung für Glühlampen.

Von Dr. H. Lüdtke in Altona.

Zur Veranschaulichung der Wirkungsweise der neuerdings von der A. E. G. in den Handel gebrachten intermittierend leuchtenden Glühlampen mit selbsttätigem Ausschalter im Sockel der Lampe kann folgende einfache Anordnung dienen: Ein Kompensationsstreifen C wird aus Zink- und Eisenblechstreifen von etwa 20–25 cm Länge mit Kupferrieten zusammengenietet, halbkreisförmig gebogen und mit dem einen Ende bei D so auf einem Brette befestigt, daß sich der einen größeren Ausdehnungskoeffizienten besitzende Zinkblechstreifen unten befindet. Das andere freie Ende des Metallstreifens berührt bei Beginn des Versuchs gerade die Stellschraube A , die mit der Vorwärmespirale N einer 110 Volt-Nernstlampe leitend verbunden ist. Außerdem ist in den Stromkreis eine 110 Volt-Kohlenfadenglühlampe G eingeschaltet, die möglichst denselben Widerstand hat wie die Vorwärmespirale. Werden E und F mit einer Stromquelle von 220 Volt verbunden, nötigenfalls unter Benutzung eines Vorschaltwiderstandes, so wird infolge der Erwärmung des Kompensationsstreifens C der Kontakt bei A aufhören und die Glühlampe G erlöschen. Nach einiger Zeit wird infolge der Abkühlung der Kontakt wiederhergestellt, die Lampe leuchtet wieder u. s. f. Da, wo die Unterbrechung stattfindet, habe ich den Metallstreifen mit Kupferblech beschlagen, nochbesser wäre Platinblech.



Die Stellschraube B dient dazu, denselben Apparat als elektrischen Feuermelder benutzen zu können. Dann ist G durch eine Glocke zu ersetzen und zwischen E und B ein Akkumulator oder ein Trockenelement zu schalten, während man N am besten entfernt. Bei Erwärmung des Metallstreifens, etwa durch Annäherung eines brennenden Zündholzes, entsteht bei B Kontakt, und die Glocke tönt.

Versuche mit einfachen Mitteln.

1. Prof. H. Rebenstorff in Dresden. **Leidenfrostsche Tropfen auf Aluminium.** Das widerstandsfähige Oxydhäutchen verleiht dem Aluminium in geringem Grade die Oberflächeneigenschaften eines Edelmetalles. Ein reines Blechstück daraus von etwas über Handgröße wird sehr schwach muldenartig gekrümmt und auf dem Ringe eines Statives durch Unterschieben sehr schmaler Keile unter die Fußplatte recht genau wagerecht gestellt (Libelle). Für einen Versuch nach LEIDENFROST bringt man eine 6–8 cm hohe Bunsenflamme unter die Mitte des Bleches. Wenn die Flamme nicht allzu stark erhitzend wirkt, sondern die Luftzufuhr am Brenner etwas eingeschränkt ist, so erfährt das Aluminium an der erhitzten Stelle auch nach längerer Zeit kaum eine Veränderung, da in dem Metalle die Wärme vorzüglich geleitet und anstatt es zu schmelzen dem ringsherum emporsteigenden minder heißen Luftströme übermittleit wird. Wenn man nicht zur Abkürzung anfangs mit großer (oder zwei) Flamme heizt, vergeht geraume Zeit, bis das probeweise Auftupfen mit Wasser aus einer Glasrohrpipette die für den Versuch genügende Erhitzung des Metalles zeigt. Wenn das Horizontalstellen gut gelungen ist, kann man den Tropfen ziemlich groß machen. Hatte man zu beiden Seiten der Mitte der schwach gekrümmten Platte einen Pinselstrich mit Kochsalzlösung gezogen, so zeigt man durch schwaches Schaukeln der Platte, daß Oberflächenreinheit

eine Bedingung des Versuches ist. Hierbei zischt nämlich (wenn die Hitze der Platte nicht gar zu groß ist) der Tropfen jedesmal vernehmlich auf, sobald er einen Salzstrich berührt, während er sich in der Mitte normal nach LEIDENFROST verhält. Sehr bequem können zu den Versuchen schwach hohlspiegelartig gekrümmte Aluminiumblechstücke benutzt werden. Nach Erhitzen auf dem Stativringe und Gewinnung eines schwebenden Wassertropfens wird die Flamme abgestellt. Wenn die zierliche Bewegung des Tropfens in das explosive Sieden übergegangen und alles Wasser verdampft ist, wird ohne neue Erhitzung ein Tropfen mittels Alkohols hergestellt und nach dessen Verschwinden das Schicksal dieser Tropfen zum dritten Male an Äther gezeigt.

Die Erhitzung der Schale über einem Becherglase mit siedendem Wasser genügt für Leidenfrostsche Tropfen aus Äther, nicht aber aus Petroläther. Ein Tropfen Leitungswasser hinterläßt auf blankem Aluminium einen sichtbaren Verdunstungsrest, der bei späteren Versuchen vielleicht stören würde. Verunreinigungen, z. B. aus Alkohol, entfernt man mit Äther.

Flache Aluminiumblechschalen für den obigen Zweck können von Gustav Müller in Ilmenau bezogen werden. Sie gehören zu einer größeren Anzahl neuerer Apparate meiner Angabe (meistens aus Glas), die ein bald erscheinender Prospekt enthalten wird.

Für die Praxis.

Ein Zündmittel für Phosphor unter einer Glocke. Von Prof. H. Rebenstorff in Dresden. Bei schnellem Hantieren kann man den Phosphor für den bekannten Verbrennungsversuch unter der durch Wasser abgeschlossenen Glocke entzünden, ohne daß die Hitze während des Offenstehens der Glockenmündung viel Luft aus der Glocke treibt. Nicht selten aber ergibt sich nach der Abkühlung scheinbar ein erheblicher Mehrverbrauch an Luft als $\frac{1}{5}$. Exakt und zuverlässig geschieht die Entzündung des Phosphors durch die spontane Erhitzung eines amalgamierten Aluminiumstreifens. Wo wie bei manchen Vorträgen methodische Rücksichten fortfallen, dürfte das neue Zündmittel besonders geeignet sein. Für die Zubereitung des Aluminiums braucht man 2 kurze weite Reagenzgläser. Das eine wird mit mäßig starker Kalilauge gefüllt, das andere mit der Amalgamierflüssigkeit, die aus ungefähr $\frac{4}{5}$ Brennspritus und $\frac{1}{5}$ konzentrierter Sublimatlösung zusammengewaschen werden kann. Dem etwa 15 mm breiten Aluminiumstreifen gibt man solche Länge, daß er vom Rande des Schälchens, wo er mit einer kurzen Umbiegung seines einen Endes aufliegt, bis in die Mitte reicht.

Mit einem festgebundenen Faden oder einer Pinzette senkt man nun den Streifen zunächst in die Lauge bis zu lebhafter Wasserstoffentwicklung ein und hierauf nach kurzem Abspülen in das andere Gläschen, wo der Streifen in etwa $\frac{1}{2}$ Minute dunkler wird. Sodann wird wieder abgospült, mit bereitliegendem Tuche schnell abgetrocknet und der Streifen an seinen Ort im Schälchen gebracht, wo er den in der Mitte liegenden Phosphor berührt. Hierauf stülpt man die Glocke darüber und verschließt deren obere Öffnung. Jetzt vergehen etwa 20 Sekunden bis zur Entzündung des Phosphors. War ein Überschuß hiervon vorhanden, so wird der Sauerstoff völlig verzehrt, und der Versuch liefert das richtige Ergebnis. Nach der Reinigung erscheint das Aluminium fast unversehrt; ein Abschmelzen wird wohl (bei 1 mm dickem Blech) durch die gute Wärmeleitung des Metalles verhindert.

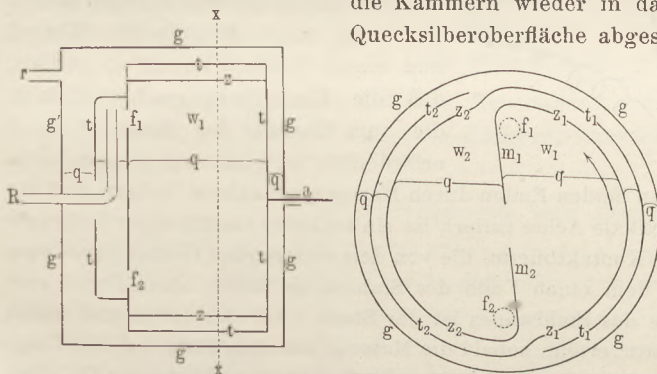
Natürlich macht man mit der Sorte Aluminiumblech einen Vorversuch, der nur zu ergeben braucht, daß man das Metall infolge Erhitzung nicht mehr in der Hand halten kann. Die Blechstärke darf 1 mm nicht sehr überschreiten wegen der großen Wärmekapazität des Metalles; das ca. 0,25 mm dicke Blech von Basse und Selve, Altena i. W. war vorzüglich brauchbar.

Zur Entzündung anderer Körper als Phosphor kann man das Köpfchen eines gewöhnlichen Zündhölzchens für die Übertragung des Vorganges dazwischenlegen, falls hierdurch der Versuch nicht gestört wird.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Eine rotierende Vakuumpumpe. Von W. GAEDE. Die rotierende Vakuumpumpe besteht aus einem gußeisernen Gehäuse g , das vorn durch eine leicht abnehmbare, 2 cm dicke Glasplatte luftdicht geschlossen ist. Das Gehäuse ist zum Teil mit Quecksilber gefüllt. In diesem Quecksilberbad rotiert eine Porzellantrommel um eine Achse, welche luftdicht im Gehäuse gelagert ist. Die Pumpe dient dazu, ein leicht erzielbares Vakuum von 10 bis 20 mm (Wasserstrahlpumpe, Stiefelpumpe) bis zu den höchsten Verdünnungsgraden in kürzester Zeit zu steigern. Zuerst wird die Pumpe mit dem angeschlossenen Rezipienten auf den genannten Druck, das Vorvakuum, evakuiert, und dann beginnt man die Porzellantrommel zu drehen. Die Wirkung der Pumpe beruht darauf, daß die Trommel durch Zwischenwände t, z, m (s. Fig.) in Kammern geteilt ist, die nach Art der Taucherglocke über der Quecksilberoberfläche Räume (w_1) abschließen. Diese Räume, welche sich bei der Rotation der Trommel durch Erheben der Kammern über die Quecksilberoberfläche vergrößern, kommunizieren durch die nicht in der Zeichenebene liegende Öffnung f_1 mit dem auszupumpenden Rezipienten, füllen sich also mit dem Gas desselben. Bei fortgesetzter Rotation tauchen die Kammern wieder in das Quecksilber ein. Die über der Quecksilberoberfläche abgeschlossenen Räume (w_2) verkleinern

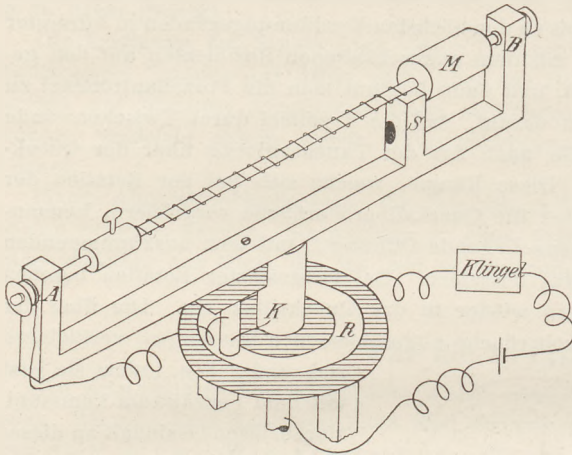


sich und geben, indem sie jetzt mit dem Vorvakuum kommunizieren, ihren Gasinhalt an dieses ab. Bei dieser Pumpe kommen weder Hähne noch Ventile zur Verwendung. Der Antrieb der Trommel kann entweder mit der Hand oder mittels eines kleinen Laboratoriumsmotors erfolgen. Dreht man die Trommel mit einer Geschwindigkeit von etwa

1 Umdrehung in 3 Sekunden, und ist die Füllung nicht ganz 2 Liter Quecksilber, so wird der Partialdruck der Luft in einem $6\frac{1}{4}$ Liter fassenden Glasgefäß, bei einem Druck von 9 mm beginnend, in 5 Min. auf 0,03 mm, in 10 Min. auf 0,0016 mm und in 25 Min. auf 0,00007 mm erniedrigt. Die Druckmessung erfolgte mittels eines 300 ccm fassenden, auf das 30 000 fache komprimierenden Mac-Leods. Zum Vergleich sei erwähnt, daß eine Kahlbaum-Sprengelsche Pumpe im günstigsten Falle ein $5\frac{1}{2}$ Litergefäß bei einem Druck von 11 mm beginnend, in 30 Min. auf 0,3 mm auspumpt. Die rotierende Vakuumpumpe pumpt somit, trotz ihrer kleinen, gedrängten Form und des minimalen Kraftverbrauches, sehr rasch. Beispielsweise ist man durch Auspumpen einer ca. 1 Liter fassenden elektrischen Röhre und dauernden Betrieb derselben mittels eines Induktoriums imstande, die mit fortschreitender Verdünnung sich ändernden elektrischen Entladungsformen von der Glimmentladung, Schichtung, Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen bis zur Undurchlässigkeit infolge des hohen Vakuums in nicht ganz 2 Minuten einem großen Auditorium zu demonstrieren. Vorausgesetzt ist, daß zur Entfernung der Gase von den Elektroden vor dem Versuch etwa 15 Min. lang elektrische Entladungen durch die Röhre geschickt wurden.

Der prinzipielle Vorzug dieser Pumpen vor den ebenfalls schnell wirkenden Ölluftpumpen liegt darin, daß bei Zimmertemperatur der Dampfdruck des Quecksilbers (nach den Messungen von Nutting) etwa 20mal kleiner ist als der des Öls. Infolgedessen werden hohe Vakua mit dieser Pumpe viel schneller erreicht als mit einer Ölpumpe. Dabei erfordert die Pumpe bei kompensiöser Form (30 cm Höhe, 20 cm Breite) die einfachste Bedienung. Wegen Bestellung hat man sich an Dr. W. GAEDE, Freiburg i. B., Salzstr. 13 zu wenden. Der Preis ist 250 M, die erforderliche Quecksilberfüllung $1\frac{1}{2}$ Liter. M. J.

Ein Apparat zur Messung der Schwungkraft. Von HENRY CREW (*School Science and Mathematics V, Nr. 5, May 1905*). Auf der Achse einer Rotationsvorrichtung ist unter rechtem Winkel ein Tragbalken angebracht, zwischen dessen senkrecht nach oben gerichteten Ansatzstücken *A* und *B* sich ein Stahlstab befindet; auf diesem ist ein dünner Klaviersaitendraht in engen Windungen aufgewickelt. Das eine Ende des Drahtes wird durch eine Klemmschraube an einer bestimmten Stelle des Stahlstabes festgehalten; auf den Stab ist ferner eine mit dem andern Ende des Drahtes verbundene Masse *M*, etwa von 100 g, aufgesetzt. Über-



schreitet nun die Rotationsgeschwindigkeit eine gewisse Größe, so gleitet die Masse *M* auf dem Stabe nach außen bis zum Kontakt mit dem Ansatzstück *B*. Eine hölzerne Stütze *S* ist so angebracht, daß die Masse *M* verhindert ist, mehr als etwa 1 mm zurückzugleiten, wenn die Geschwindigkeit unter den kritischen Wert sinkt, der erforderlich ist, die Masse zwischen *S* und *B* oszillierend zu erhalten. Es ist nun noch ein Stromkreis mit einer elektrischen Klingel und einem Trockenelement so geführt, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit, die zum Kontakt der Masse *M* an *B* erforderlich ist, gemessen werden kann.

Zu dem Zweck ist der Metallstab an beiden Enden durch Hartgummibuchsen isoliert; auf die Tischplatte, innerhalb deren die vertikale Achse rotiert, ist ein isolierter ringförmiger Kollektor gesetzt, und auf diesem schleift eine Kontaktbürste, die von dem rotierenden Gestell durch eine Hartgummiplatte isoliert und mit dem einen Ende des Stahlstabes durch einen Draht verbunden ist. Von dem andern Ende des Stahlstabes ist der Strom nach der Achse und durch diese nach der Klingel geführt. Diese ertönt, sobald die Masse *M* das Ansatzstück *B* des Tragbalkens berührt; gleichzeitig wird dann die Rotationsgeschwindigkeit auf eine der üblichen Arten gemessen. Durch Verstellung der Klemmschraube auf den Stahlstab können verschiedene Spannungen der Spiralfeder und demnach verschiedene kritische Geschwindigkeiten angewendet werden. Mißt man überdies die jedesmalige Verlängerung *e* der Feder und bestimmt noch den Dehnungsmodul *K*, so ist

$$K \cdot e = m r w^2$$

und damit die jedesmalige Größe der Zentrifugalkraft gemessen.

Der Verfasser benutzt diese Gleichung, um einen vermeintlich vernachlässigten Punkt in der elementaren Dynamik klar zu stellen. Er findet, daß die Definition der Kraft durch das Produkt Masse \times Beschleunigung nicht ausreicht, um von der statischen Druckwirkung einer Kraft Rechenschaft zu geben. Er glaubt diese Schwierigkeit dadurch zu lösen, daß die Massenbeschleunigung zwar die Definition und das Maß der Kraft abgebe, aber nicht ein allgemein anwendbares Kriterium der Kraft sei. Elastische Deformation und andere physikalische Effekte könnten ebensogut wie die Massenbeschleunigung dazu dienen, das Vorhandensein einer Kraft anzuzeigen. Ja er tritt dafür ein, man solle unter strengem Merkmal, was sich als für alle Kräfte charakteristisch ansehen läßt, ein Spannungszustand (*state of stress*) sei, und daß diese verschiedenen Spannungen, die magnetische, elektrische, elastische, die der Gravitation u. s. f. einander das Gleichgewicht halten können. Der vorher beschriebene Versuch soll dazu dienen, um das Gleichgewicht zwischen einer beschleunigenden Kraft ($m r w^2$) und einer Spannung ($K \cdot e$) nachzuweisen. Um aber diesen Nachweis zu führen, genügte es auch schon, den freien Fall eines Körpers zu vergleichen mit der Wirkung desselben Körpers auf eine vertikal angebrachte Feder.

Der Hauptgrund für die Schwierigkeit, die der Verfasser zu heben sucht, dürfte indessen darin zu suchen sein, daß die Gleichung $\text{Kraft} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$ mit Unrecht als Definition der Kraft überhaupt hingestellt wird. Der Kraftbegriff ist, wie die Darlegungen des Verfassers selbst zeigen, allgemeiner als der Begriff der bewegenden Kraft, seine Definition kann daher nicht auf die von der Bewegung hergenommenen Größen gestützt werden, m. a. W.: die Gleichung $\text{Kraft} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$ ist als Kraftdefinition nicht aufrecht zu erhalten.

In einer anderen Hinsicht ist dem Verfasser beizustimmen. Entgegen einer vielfach verbreiteten irrthümlichen Auffassung bezeichnet er die zentrifugale Erscheinungsform (*aspect*) der Kraft im obigen Versuch als Aktion, die zentripetale als Reaktion; erstere sei dynamisch, letztere statisch.

Der Verfasser schlägt endlich im gleichen Zusammenhange vor, denselben Versuch zur Bestimmung von g zu benutzen. Man stelle den Tragbalken senkrecht und bringe die Klemmschraube an eine solche Stelle, daß die Masse m durch ihr Gewicht die Feder bis zur Erreichung der kritischen Lage spannt. Dann ist:

$$K \cdot e = m g.$$

Stellt man nun für dieselbe Größe e und die zugehörige Rotationsgeschwindigkeit w die vorher angegebene Gleichung $K \cdot e = m r w^2$ auf und dividirt die beiden Gleichungen durcheinander, so erhält man

$$g = r w^2.$$

Der Verfasser gibt an, daß diese Bestimmung von g sich bei häufiger Wiederholung genauer als die mit der Atwoodschen Fallmaschine erwiesen habe. P.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Wellendruck. 1. Druckkräfte der Lichtwellen. Von J. H. POYNTING (*Phil. Mag.* 9, 169 u. 393; 1905). Der aus der Theorie gefolgerte, von Lebedew zuerst beobachtete Druck eines Lichtwellenzuges wurde bisher nur normal zu der Einfallsebene untersucht. Fällt ein Lichtstrahl unter einem Winkel ϑ auf eine Fläche, so läßt sich, wenn der Strahl vollständig absorbiert wird, der Druck E in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine $= E \cdot \cos^2 \vartheta$ normal, die andere $= E \sin \vartheta \cdot \cos \vartheta = \frac{1}{2} E \sin 2 \vartheta$ tangential gegen die Einfallsebene gerichtet ist. Der Tangentialdruck hat also ein Maximum für $\vartheta = 45^\circ$, bei fehlender Absorption verschwindet er. Der Tangentialdruck läßt sich leichter beobachten als der Normaldruck, weil die Wirkung des umgebenden Gases ebenfalls senkrecht zu der Fläche steht und sich nur schwer von dem normalen Lichtdruck trennen läßt. Man braucht aber die Oberfläche nur in ihrer eigenen Ebene frei beweglich zu machen, um den Tangentialdruck in Wirkung treten zu lassen. Der Versuch wurde von POYNTING in Gemeinschaft von G. BARLOW in folgender Weise ausgeführt. Zwei runde Glasscheiben von je 2,75 qcm Oberfläche wurden mit ihren höchsten Stellen an den Enden eines horizontalen leichten Glasstabes senkrecht zu dem Stabe befestigt; die eine Scheibe war berußt, die andere versilbert. Der Stab wurde in eine Drahtschiene gelegt und an einem 25 cm langen Quarzfaden in einen mit Glaswänden versehenen Messingkasten gehängt. An der Schiene war ein Spiegel angebracht, so daß die Ablenkungen des Glasstabes mit Fernrohr und Skala beobachtet werden konnten. Die Luft in dem Kasten wurde bis auf 1 cm Hg ausgepumpt. Ein paralleles Lichtbündel von einer Nernstlampe wurde dann schräg auf die berußte Scheibe geworfen. Bei der beschriebenen Anordnung konnte eine normal zur Scheibe wirkende Kraft keine Drehung des Systems hervorrufen, sondern nur eine tangential wirkende. In der Tat wurde eine Bewegung von der Lichtquelle fort beobachtet; die Ablenkung war ein Maximum, wenn der Einfallswinkel nahezu 45° war, nämlich 16,5 Skt. Da die Ablenkung um 1 Skalenteil einer Kraft von $0,483 \cdot 10^{-6}$ Dynen entsprach, so würde die Tangentialkraft bei vollständiger Absorption gleich $5,8 \cdot 10^{-6}$ Dynen sein. Wurde das gleiche Lichtbündel unter denselben Bedingungen auf eine berußte Silberscheibe von bekannter Wärmekapazität gesandt, so erhielt man aus der mit

einem Thermoelement gemessenen Temperatursteigerung eine Energiedichte von $6,5 \cdot 10^{-6}$, d. h. einen dem obigen sehr nahestehenden Wert. Wurde das Lichtbündel auf die versilberte Scheibe am andern Ende des Torsionsstabes gesandt, so war die Ablenkung, wie zu erwarten war, viel geringer.

Ein anderer Versuch derselben Verff. zeigt den Lichtdruck bei totaler Reflexion. Ein parallelepipedisches Glasstück $3 \times 1 \times 1$ cm war an einem Quarzfaden so aufgehängt, daß eine Achse horizontal lag. Es hing wie bei dem vorigen Versuch in einem Kasten mit Glasfenstern, dessen Inneres luftleer gemacht werden konnte. Ein horizontales Lichtbündel AB (Fig. 1) einer Nernstlampe trat unter einem Winkel von etwa 55° in die eine Endfläche des Glasstücks ein, wurde im Inneren zweimal bei C und D total reflektiert und trat bei E nach EF parallel zu AB wieder heraus. Da keine Absorption vorhanden ist, wirken bei B und E nur normale Komponenten, die keine Bewegung hervorzurufen vermögen. Dagegen erzeugt der Druck bei C und D ein Kräftepaar, das der Richtung des Uhrzeigers folgt. Mit Spiegel und Fernrohr konnte eine Drehung in dieser Richtung in der Tat beobachtet werden. Die Wirkung wurde verstärkt, wenn man intermittierendes Licht benutzte, und die Lichtstöße im Gleichtakt mit den Schwingungen des Glasstabes erfolgten. Das aus der Größe der Ablenkung berechnete Kräftepaar betrug 11×10^{-6} cm-Dynen. Die Energiemessung gab ein Kräftepaar 6×10^{-6} , also von der gleichen Größenordnung.

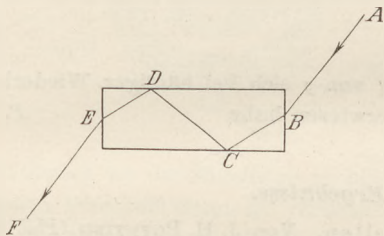


Fig. 1.

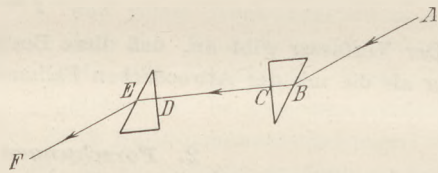


Fig. 2.

Ein dritter Versuch zeigt den bei einer Brechung nach außen hin gerichteten Druck. Zwei Glasprismen, jedes mit einem brechenden Winkel von 34° und einem anderen Winkel von 90° , wurden an den Enden eines dünnen Messingstabes befestigt, der in der Mitte an einem dünnen Quarzfaden aufgehängt war. Sonst war die Anordnung wie vorhin. Ein in der Richtung $ABCDE$ (Fig. 2) hindurchgesandtes Lichtbündel bewirkte dann ebenfalls eine Drehung. Aus der Größe derselben berechnete sich das Kräftepaar zu $1,84 \times 10^{-5}$ cm-Dynen. Die Energiemessung ergab ein Kräftepaar von $1,6 \times 10^{-5}$. Dieser Versuch gewährt deshalb besonderes Interesse, weil die Wirkung nur durch eine bei B und E nach außen gerichtete Kraft erzeugt sein kann; die bei C und D etwa auftretenden Druckkräfte stehen normal zu den Oberflächen und ergeben keine Drehung.

An diese Versuche knüpft POYNTEG Betrachtungen über eine etwaige kosmische Bedeutung des Strahlungsdrucks. Für die Erde, diese als absorbierend angenommen, ist der ganze von der Sonne ausgeübte Strahlungsdruck etwa 50 Billionstel des Gravitationszuges. Aber da das Verhältnis des Strahlungsdrucks zum Gravitationszuge bei konstanter Dichte in demselben Maße wächst, als der Radius abnimmt, so wird der Druck dem Zuge das Gleichgewicht halten bei einem absorbierenden Stoffteilchen von Erddichte, dessen Radius 50 Billionstel des Erdradius, d. h. etwas über 0,00001 cm, beträgt. Nimmt man aber auch nur ein Stoffteilchen von 0,001 cm Radius, so wird der auf dieses ausgeübte Strahlungsdruck $1/100$ des Gravitationszuges; die Wirkung wird dieselbe sein, als wenn die Masse der Sonne nur $99/100$ von dem Werte betrüge, den sie für größere Körper wie die Erde besitzt. Dreht sich jenes Stoffteilchen in Erdweite um die Sonne, so wird sein Jahr um etwa $1/200$ länger, d. h. gleich 367 anstatt $365\frac{1}{4}$ Tage. Ferner ergibt sich infolge der eigenen Strahlung des Teilchens ein etwas größerer Druck auf der im Sinne der Bewegung vorderen als auf der hinteren Seite; dieses muß sich wie ein geringer Widerstand der Bewegung dokumentieren, so daß sich das Teilchen in einer Spirale bewegen wird. Da wir Ursache haben, einige Kometen als Staub-

wolken anzusehen, so müßten sich bei diesen solche Wirkungen des Strahlungsdrucks erkennen lassen. Enckes Komet gehört zu dieser Klasse, und in der Tat nimmt seine Umlaufszeit um etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden für jede Umdrehung ab. Rechnungen, die Plummer mit Berücksichtigung des Strahlungsdrucks für diesen Kometen angestellt hat, stimmen allerdings nicht mit den Beobachtungen überein. — Besteht eine um die Sonne rotierende Staubwolke aus Teilchen verschiedener Größen und Dichten, so werden die von der Strahlung herrührenden Beschleunigungen verschieden sein, indem die größeren Teilchen weniger affiziert werden als die kleineren. Ein aus verschiedenen Teilchen bestehender Komet wird so aus einer kompakten Wolke in einen ausgebreiteten Schweif verwandelt werden, dessen feinere Teilchen am inneren, dessen gröbere Teilchen am äußeren Rande sich befinden. Besitzt ein Planet noch genug Strahlungsenergie, so wird er auf eine kometenartige Staubwolke ähnlich wirken: die gröberen wie auch die feineren Teilchen werden sich bei verschiedenen Größen und Umlaufzeiten im Laufe der Zeit zu konzentrischen Ringen um den Planeten ausbreiten. Vielleicht hat man sich in dieser Weise die Entstehung der Saturnringe zu denken.

2. Druckkräfte von Wasserwellen. Von N. KAPZOV (*Ann. der Physik* 17, 64; 1905). Die Versuche wurden auf Veranlassung von Lebedew im Physikalischen Institut zu Moskau ausgeführt. Eine lange Holzplatte, deren Rand sich unter dem Wasserspiegel in einer großen, flachen Wanne befand, wurde durch einen Drehstrommotor in Schwingungen versetzt und erregte einen ununterbrochenen Zug von parallelen Oberflächenwellen. Diese Wellen fielen auf die Wand eines schwimmenden Körpers, der senkrecht zur Richtung der Ausbreitung der Wellen stand; unter dem Einflusse der Druckkräfte der Wellen verschiebt sich der schwimmende Körper in der Ausbreitungsrichtung der Wellen und zieht die Kugeln zweier Pendel, an die er durch biegsame Stränge befestigt ist, so lange nach sich, bis die Druckkräfte der Wellen und die Richtkraft der Pendel sich das Gleichgewicht halten. Aus der Ablenkung der Pendel läßt sich die Größe der auffallenden Druckkraft in absolutem Maß bestimmen, und aus der Amplitude der auffallenden Wellen läßt sich deren Energie berechnen.

Die Wand, die den Wellendruck auszuhalten hatte, bestand aus einem mittleren beweglichen und zwei seitlichen feststehenden Teilen; die letzteren dienten dazu, um die Wirkung der Wellen auf die Ränder der beweglichen Wand zu eliminieren. Die Beobachtungen sollten ursprünglich sowohl an reflektierenden (vertikalen), als auch an absorbierenden (geneigten) Wänden angestellt werden; doch erwiesen sich die Erscheinungen bei den erstgenannten infolge des Auftretens stehender Schwingungen als zu kompliziert, so daß die Versuche auf Druckkräfte beschränkt wurden, welche die Wellen auf absorbierende Wände ausübten. Als solche dienten geneigte Zinkflächen, von denen die auffallenden Wellen wie von einem flachen Seeufer nicht reflektiert wurden. Die Ablenkung der Pendel des Druckmessers wurde mit einem Fernrohr beobachtet, die Wellenlänge auf photographischem Wege gemessen. Sehr wichtig war die Reinhaltung der Wasseroberfläche.

Die numerischen Ergebnisse der Kapzovschen Beobachtungen lassen sich in folgender Weise zusammenfassen: „Wellen, die sich auf einer Flüssigkeitsoberfläche ausbreiten, üben auf Wände, welche die freie Wellenausbreitung hemmen, Druckkräfte aus, die den Druckkräften der Licht- und Schallwellen analog sind. Die beobachteten Beträge der Druckkraft der Flüssigkeitswellen auf eine absorbierende (geneigte) Wand stimmen innerhalb der bei diesen Versuchen kaum zu vermeidenden erheblichen Beobachtungsfehler mit dem Werte der Hälfte der Flächenenergie überein. Dieses Resultat steht im Einklang mit der von Lord Rayleigh gegebenen Theorie der Druckkräfte einer jeden sich ausbreitenden oszillatorischen Bewegung.“

Schk.

Röntgenstrahlen. Über eine neue Art sehr weicher Röntgenstrahlen berichtete W. SEITZ auf der 77. Naturforscherversammlung zu Meran (*Verh. d. Deutschen Phys. Ges.* 1905, S. 265; vgl. d. Heft, S. 60).

Auf derselben Versammlung berichtete E. MARX über Versuche, die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen zu messen (a. a. O. S. 302). Die Grundidee der Methode beruht auf folgendem. Die Röntgenstrahlen werden durch Hertz'sche Schwingungen hervorgebracht,

und zwar können hierbei nur während des Andauerns der negativen Phase der elektrischen Welle Kathodenstrahlen und durch sie Röntgenstrahlen erzeugt werden. Synchron mit der die Röntgenstrahlen erzeugenden Hertzschcn Schwingung schwingt eine Elektrode in einem besonderen, vollständig evakuierten Entladungsrohr. Diese Elektrode wird von den Röntgenstrahlen getroffen und emittiert Kathodenstrahlen, aber nur dann, wenn sie sich in negativem Zustande befindet. Ändert man die Entfernung der Röntgenröhre von der Auffangröhre, so können die Röntgenstrahlen bei veränderter Weglänge eine veränderte Phase der bestrahlten Elektrode antreffen; beträgt die Abstandsänderung $\frac{1}{2} \lambda$, so würde man ersehen können, ob die Geschwindigkeit etwa mit der Lichtgeschwindigkeit übereinstimmt.

Zur Erzeugung der Röntgenstrahlen durch Hertzschc Wellen zeigten sich Röntgenröhren mit sehr kleinen Elektroden als besonders geeignet; die zuletzt benutzte Röhre war nur 30 mm lang und hatte eine Kathode von 3 mm Durchmesser. Zur Erzeugung der Wellen diente ein Lecherscher Kondensator mit Petroleumfunkenstrecke; die Erregung erfolgte induktiv durch geschlossenen, abgestimmten Kondensatorkreis. Das die Wellen erzeugende System befand sich in einem großen Eisenkasten, aus dem die Lecherschen Drähte isoliert herausgeführt waren. Durch Wellen von $\lambda/2 = 135$ cm gab die Röhre noch Röntgenstrahlen, die die Knochen der Hand bei 25 cm Entfernung auf dem Leuchtschirm sichtbar machten. Diese Röntgenstrahlen fielen nun auf eine Elektrode in einer zweiten Vakuumröhre, der durch eine besondere Vorrichtung die Schwingung des Lecherschen Systems aufgezwungen wurde. Über je zwei von dem Kathodendraht des Systems und der Auffangelektrode kommende, parallel ausgespannte Drähte wurde eine Drahtbrücke verschoben; bei dieser Verschiebung machten sich die Schwingungen der elektrischen Drahtwellen durch Variation des Potentials der bestrahlten Elektrode bemerkbar. Bei negativer Phase entsandte die Elektrode Kathodenstrahlen, die durch ein Elektrometer beobachtet wurden. Ist die Brücke so eingestellt, daß die auftreffenden Röntgenstrahlen gerade den Nullpunkt des Potentials antreffen, so wird eine Verschiebung der Röntgenröhre bewirken, daß die Röntgenstrahlen wieder ein von 0 verschiedenes Potential antreffen. Um den Nullpunkt wieder zu erhalten, muß die Brücke verschoben werden, und zwar muß sie um die Hälfte der Strecke verschoben werden, um die die Röntgenröhre verschoben wird, falls die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen ebenso groß ist wie die Geschwindigkeit der Elektrizität in geraden Drähten, d. i. die des Lichtes. Der Versuch ergab die Identität der Drahtlängen mit den Röhrenverschiebungen, also Gleichheit der Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen mit der Lichtgeschwindigkeit.

Die bei diesen Versuchen benutzte Erscheinung, daß Röntgenstrahlen — ähnlich dem ultravioletten Licht — auf einer Metallplatte Kathodenstrahlen erzeugen, wurde zuerst von Dorn nachgewiesen. Durch die Energie der elektromagnetischen Impulse werden Elektronen fortgeschleudert, und zwar infolge ihrer kleineren Masse mehr negative als positive Ionen. Ist die von Röntgenstrahlen getroffene Metallplatte isoliert, so muß sie ein positives Potential annehmen. Eine derartige positive Ladung konnte K. HAHN in der Tat bei allen Körpern, die von Röntgenstrahlen getroffen wurden, nachweisen (*Ann. der Physik* 18, 140; 1905). Sehr dünne Metalle laden sich stärker als dicke Platten desselben Metalls, und zwar ist der Unterschied um so größer, je kürzer die Bestrahlungsdauer ist. Der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit ist gering. Das Potential der bestrahlten Platte ist abhängig von der Kapazität, mit der die Platte verbunden ist; das Produkt aus Kapazität und Potential (die Elektrizitätsmenge) wird kleiner für größere Potentiale. Rührt dies von der Leitfähigkeit der Luft her, so kann man annehmen, daß die von bestimmten Strahlen erzeugte Elektrizitätsmenge konstant ist. Das Potential wächst mit der Bestrahlungsdauer bis zu 20 Sekunden und bleibt dann konstant. Harte Strahlen bewirken eine stärkere Ladung als weiche. Nicht nur Metalle, sondern auch Holz, Glas, Paraffin, Hartgummi, Papier werden unter Einwirkung der Röntgenstrahlen positiv geladen. Säuren und Salze begünstigten die Ladung, Isolatoren zeigten die geringste Wirkung. Die verschiedenen Metalle werden sehr verschieden geladen; das Potential ist um so größer, je größer das Atomgewicht und je elektronegativer

das Metall ist. Der Einfluß des Atomgewichts macht sich besonders bei harten Strahlen bemerkbar, die Stellung des Metalls in der Spannungsreihe bei weichen Strahlen. Ferner ist das Potential abhängig von dem umgebenden Gas; es ist in Luft größer als in CO_2 . Sekundärstrahlen wirken der Ladung entgegen; dadurch erklärt sich, daß verschiedene Beobachter hinsichtlich des Vorhandenseins einer Ladung zu verschiedenen Ergebnissen gekommen sind.

Die Helligkeit eines Fluoreszenzschirms unter Einwirkung der X-Strahlen sowie die Intensität der photographischen Wirkung hängen ab von der Menge und der Qualität der Strahlen. TURCHINI studierte die Einflüsse, welche der äquivalente Funken, die Stromintensität, die Frequenz des Unterbrechers und die Art des angewendeten Induktorkiums auf die Strahlen ausüben (*C. R. CXL 1139 u. 1325*). Die Helligkeit des Baryumplatincyanschirmes, der sich in einer festen Entfernung von der Röhre befand, wurde verglichen mit einer durch eine Glühlampe von gegebener Spannung erhellten Fläche, wobei durch gefärbte Gläser eine Gleichheit der Färbung beider Flächen erzeugt wurde. Es zeigte sich, daß die Helligkeit des Schirmes bei konstanter Stromstärke zunimmt mit der Länge des äquivalenten Funkens, bis diese 10 bis 12 cm erreicht hat, bei größerem Funken sich aber konstant erhält. Bei konstanter Länge des äquivalenten Funkens wächst die Helligkeit des Schirmes sehr rasch und proportional mit der Stromstärke. Bei vergrößerter Frequenz des Unterbrechers und konstanter Stromstärke vermindert sich die Helligkeit, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß bei vergrößerter Frequenz der Maximalfunke, den die Induktionsrolle für eine bestimmte Stromstärke gibt, kleiner wird und sich zu sehr dem äquivalenten Funken der Röhre nähert. Vergleicht man die Wirkungen einer Induktionsrolle von 25 cm und einer anderen von 45 cm Funkenlänge, so bemerkt man, daß — alles andere gleichgesetzt — die Helligkeit bei der kleineren Induktionsrolle größer ist. Hiernach würde die Anwendung eines kleineren Induktorkiums für die Erzeugung von Röntgenstrahlen vorteilhafter sein. Andererseits erreicht man mit einer kleinen Rolle keine genügende Stromstärke, und die Röhre wird sehr rasch hart, während die Wirkung bei einer großen Rolle sich leicht erhält, und die Röhre gut bleibt. — Für die photographische Wirkung der Röntgenstrahlen wurde das gleiche festgestellt. Die Crookesche Röhre folgt also für die Radiographie denselben Gesetzen wie für die Radioskopie.

Methoden zur genauen Messung der Intensität und durchdringenden Kraft der Röntgenstrahlen sind besonders von Benoist und Contremoulins ausgebildet und in dieser Ztschr. *XV 299* beschrieben worden. CONTREMOULINS hat neuerdings den von ihm konstruierten Apparat vervollständigt (*C. R. CXLI 26; 1905*). Derselbe setzt sich zusammen aus dem Metroradioskop, das die mittlere Durchdringung und die Menge der ausgesandten X-Strahlen mißt, und dem Radiophotometer. In dem Metroradioskop werden drei erhellte Flächen, deren Farben man gleichgemacht hat, miteinander verglichen. Die erste Fläche ist ein Schirm von Baryumplatincyänür und empfängt direkt das zu messende Strahlenbündel. Vor dieser Fläche, zwischen Beobachter und Schirm, befindet sich ein Glas, das 70% der von dem Schirm ausgesandten Strahlen absorbiert. Die zweite Fläche, die das Maß der Durchdringung liefert, besteht aus einem Teil des gleichen Leuchtschirmes, der auf einem Fensterrahmen befestigt ist. Zwischen dieser Fläche und der Strahlungsquelle befindet sich eine drehbare Sektorenscheibe, von der jeder Sektor jenem Fenster gegenübergestellt werden kann. Die Sektoren tragen Schichten von elektrolytischem Silber von der Reihe nach 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 und 16 Hundertstel Millimeter Dicke und entsprechen den Durchdringungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Die Durchdringung ist bestimmt, wenn zwischen der Vergleichsfläche und der Durchdringungsfläche gleiche Helligkeit hergestellt ist; dazu sucht man durch Drehen der Scheibe den geeigneten Sektor, oder man reguliert die Röhre für eine gesuchte Durchdringung. — Die dritte helle Fläche besteht aus einem total reflektierenden Prisma, das das Licht einer geeichten Lichtquelle erhält. Dieses Licht durchdringt vorher ein optisches System, durch das die Helligkeit der Fläche willkürlich nach einer bestimmten Skala geändert werden kann. Diese Skala ist hergestellt

als Funktion der gewählten Entladungsfrequenz. Durch Einschaltung einer geeigneten Kupfersulfatlösung wird die Farbe der dritten Fläche der Farbe der beiden anderen Flächen gleichgemacht.

Eine dritte Messung dient zur Kontrolle der exponierten radiographischen Platte und zur Korrektur der kleinen Abweichungen in der Empfindlichkeit verschiedener Emulsionen. Die Messung wird ausgeführt von dem Radiophotometer. Dieses besteht aus zwei Skalen von elektrolytischem Silber, von denen die eine einer arithmetischen, die andere einer geometrischen Reihe folgt; zu ihnen kommt eine Vorrichtung, um die Dauer des Versuches zu messen. Unter diesem Apparat befindet sich ein Rahmen mit einer radiographischen Platte, welche dieselbe Emulsion enthält wie die für den Versuch benutzte Platte. Die beiden Platten werden dann unter gleichen Bedingungen entwickelt bis zu einem Grade der Reduktion, der bestimmt wird durch das Erscheinen eines der vorher auf der radiophotometrischen Skala gewählten Felder, dann gleichzeitig und in derselben Weise fixiert im Hinblick auf den Abzug der photometrischen Proben. Dieser Apparat zeigt also in seiner Gesamtheit in jedem Moment die Natur und den Wert der angewandten Strahlen; er gestattet eine unaufhörliche Regulierung der Röhre und registriert ferner die Gesamtheit der Wirkungen während der Dauer des Versuches.

Sckk.

Strahlung des Wasserstoffsperoxyds. Von J. PRECHT und C. OTSUKI (*Ann. d. Physik* 16, 890; 1905). Im Gegensatz zu der von Grätz geäußerten Ansicht (*d. Ztschr. XVI 164*) halten die Verf. die bei Wasserstoffsperoxyd beobachtete photographische Wirkung nicht für eine eigentliche Strahlungs-, sondern für eine Verdampfungserscheinung. Die Durchdringung von Metallen wie von sehr dünnem Aluminium ließ sich mit Sicherheit nicht beobachten, wenn man nur dafür sorgte, daß das Metallblättchen gar keine Löcher enthielt. Undurchlässig für die photographische Wirkung des Wasserstoffsperoxyds waren außer Metallen Paraffin, Ebonit und Glas; durchlässig waren Gelatine, Zelluloid, Papier, Weichgummi, Kanadabalsam. Prüfte man statt der photographischen Platte eine mit Gelatine überzogene Glasplatte, so zeigte die chemische Untersuchung mittels der Titanreaktion stets das Vorhandensein von H_2O_2 . Das würde nicht unbedingt einen direkten Übergang von H_2O_2 beweisen, da von der H_2O_2 -Lösung ausgehender aktiver Sauerstoff dieselbe Wirkung haben könnte, aber es führt auch nicht zu der Notwendigkeit der Annahme einer Strahlung. Andere Versuche machen aber eine Entwicklung von aktivem Sauerstoff wenig wahrscheinlich; umgekehrt zeigen die Verf., daß tatsächlich vorhandener aktiver Sauerstoff keine photographische Veränderung hervorruft. Ebenso wenig sei dies mit Ozon der Fall, worauf Stöckert die Wirkung des Wasserstoffsperoxyds zurückführte (*d. Ztschr. XVII 362*). Eine geradlinige Verbreitung der Wirkung findet nicht statt. Deckt man über ein Schälchen mit H_2O_2 eine Glasplatte und legt darüber eine etwas größere photographische Platte, so wird diese nur am Rande und, wenn ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden Platten besteht, allmählich vom Rande aus nach der Mitte hin geschwärzt, was wohl mit Verdampfungs-, aber nicht mit Strahlungswirkung vereinbar ist. Die von Grätz beobachteten Erscheinungen der „Randwirkung“ und „Rückabbildung“ werden durch eine eigentümliche Abhängigkeit der H_2O_2 -Wirkung von der Temperatur veranlaßt. Diese Erscheinungen hören vollständig auf, und man erhält eine gleichmäßige Schwärzung der Platte, wenn die Temperaturen des H_2O_2 und der photographischen Schicht konstant und gleich sind. Für messende Versuche muß diese Konstanz und Gleichheit hergestellt werden. Ist die Temperatur der Platte sehr hoch — z. B. 100° — so findet gar keine Einwirkung statt; bei abnehmender Temperatur der Platte ist die Einwirkung im allgemeinen wachsend. Die photographische Wirkung wächst mit der Konzentration der H_2O_2 -Lösung bis zu einem Maximum und nimmt dann wieder ab. Sie hängt ab von der in der Zeiteinheit verdampfenden Menge H_2O_2 und ist, weil die Verdampfung aus einem Flüssigkeitsgemisch von $H_2O_2 + H_2O$ erfolgt, unter Umständen für eine 3 %-ige Lösung größer als für eine 30 %-ige. Bei gleicher Konzentration wächst die chemische Veränderung mit der Dauer der Einwirkung. Nach Erreichung des Maximalwertes tritt eine polarisationsähnliche Umkehrung ein.

Auf die Ausführungen der Verff. bringt GRÄTZ eine Entgegnung, in der an der Auffassung, daß man es bei der Wasserstoffsuperoxydwirkung mit einer Strahlung zu tun habe, festgehalten wird. (*Verhdl. der Deutschen Phys. Ges. 1905, 78.*) Die von GRÄTZ gemachten Einwände werden in einer weiteren Mitteilung von PRECHT und ORSUKI (a. a. O. S. 163) als nicht stichhaltig erklärt. Dem Ref. erscheinen die von diesen gegebenen Gründe für die Auffassung der Wirkung als Verdampfungserscheinung zutreffend, doch dürfte zur definitiven Entscheidung noch ein größeres Versuchsmaterial nötig sein. Im einzelnen soll hier auf die zwischen den Verff. geführte Polemik nicht eingegangen werden. *Schk.*

Magnetische Doppelbrechung. Die von Majorana entdeckte Erscheinung war von Schmauß auf die durch das Magnetfeld bewirkte Richtung suspendierter Teilchen zurückgeführt worden (*d. Ztschr. XVI 109 u. 299*). COTTON und MOUTON wiederholten die Versuche, indem sie gleichzeitig die ultramikroskopischen Teilchen direkt beobachteten (*C. R. CXXI 317 u. 349; 1905*). Wurden Lösungen von altem Bravaiseseisen durch eine Collodiumhaut filtriert, so zeigte die zurückbleibende Flüssigkeit eine enorme magnetische Doppelbrechung, während die farblose durchgelaufene Flüssigkeit gänzlich inaktiv war. Damit war der direkte Beweis geliefert, daß die Erscheinung an die Gegenwart kleiner Teilchen geknüpft ist. Läßt man die Flüssigkeit mehrere Monate ruhig in einer Flasche, so wird sie unten dunkler; Proben aus dem unteren Teil der Flasche zeigen dann auch eine erheblich größere Doppelbrechung. Die Teilchen sind hier bedeutend größer und lassen sich auf ultramikroskopischem Wege deutlich sichtbar machen. Wie Schmauß durch Gelatine, so konnten die Verff. durch während der Feldwirkung erfolgenden Zusatz einer gerinnenden Salzlösung die Doppelbrechung fixieren. Um die Brechungsindizes der beiden verschiedenen schwingenden Komponenten miteinander zu vergleichen, füllten die Verff. ein prismatisches Glasgefäß mit der aktiven Flüssigkeit und brachten es zwischen die Polschuhe des Elektromagneten. Man beobachtet durch das Prisma das Bild eines monochromatisch erhellten Spaltes und sieht, wie dieses im Magnetfelde deutlich in zwei senkrecht zueinander polarisierte Komponenten zerlegt wird. Von diesen liegt die eine rechts, die andere links von dem ursprünglichen Spaltbild, aber dazu unsymmetrisch; und zwar erleiden die parallel den Kraftlinien erfolgenden Schwingungen eine Verkleinerung des Brechungsindex, die fast doppelt so groß ist als die entsprechende Vergrößerung des Brechungsindex für die senkrecht zur Feldrichtung erzeugten Schwingungen.

Eine durch Dialyse hergestellte kolloidale Lösung von Eisenhydroxyd gab nur eine schwache positive Doppelbrechung. Wurden Proben dieser Flüssigkeit in zugeschmolzenen Röhren einer immer länger fortgesetzten Erhitzung auf 100° ausgesetzt, so wurden sie gleichzeitig mehr und mehr doppelbrechend. Es genügte z. B. eine vierstündige Erwärmung um die Doppelbrechung 40 mal so groß zu machen; sie wächst dabei etwa wie das Quadrat des Feldes. Sobald die Flüssigkeit aktiver wird, ändert sich auch gleichzeitig ihr Aussehen, sie wird zäher, dunkler und mehr und mehr trübe. Die ultramikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Größe der suspendierten Teilchen durch die Erwärmung deutlich vergrößert worden war. Die vier Stunden lang erwärmte Flüssigkeit enthielt schon gut sichtbare Teilchen, auf die die Schwere zu wirken begann. Es geht hieraus hervor, daß die Größe der Doppelbrechung von der Größe der suspendierten Teilchen abhängt.

Die Verff. wandten ferner das von Bredig angegebene Verfahren der elektrischen Zerstäubung an, um eine kolloidale Eisenlösung herzustellen, die sie Bredigsches Eisen nannten. Diese war eine klare gelbe Flüssigkeit mit gut sichtbaren ultramikroskopischen Teilchen. Die Flüssigkeit zeigte infolge der geringen Konzentration eine schwache magnetische Doppelbrechung, die mit der Feldstärke zunahm. Wendet man das Bredigsche Verfahren auf Elektroden von Eisen in Glyzerin an, so erhält man eine graue Flüssigkeit, welche die auch von Majorana beobachtete bimagnetische Drehung der Polarisationssebene (unabhängig von der Feldrichtung) zeigt; sie beruht auf einer ungleichen Absorption der parallel und senkrecht zum Felde polarisierten Strahlen. Ein sehr schwaches Feld genügt bereits, um die Erscheinung zu zeigen.

Man kann auch Flüssigkeiten herstellen, die kein Eisen enthalten, und die ebenfalls

magnetische Doppelbrechung zeigen. Mischt man unter gewissen Bedingungen eine Lösung von Natriumkarbonat mit einer solchen von Calciumnitrat, so erhält man eine Flüssigkeit, die ziemlich lange sehr kleine Kristalle von Calciumcarbonat schwebend enthält. Diese Flüssigkeit zeigt deutlich eine negative magnetische Doppelbrechung, die wie bei dem Bredigischen Eisen von der Feldstärke abhängig und von bimagnetischer Rotation begleitet ist. Die letztere Erscheinung entspricht den von Meslin gemachten Beobachtungen (*d. Ztschr. XVII 107*).

COTTON und MOURON sind der Meinung, daß die magnetische Doppelbrechung nur eintritt, wenn die Größe der suspendierten Teilchen zwischen gewissen Grenzen liegt. Für sehr kleine Teilchen wirken die Brownschen Bewegungen der Orientierung durch das Feld entgegen. Für größere Teilchen ist die ungleiche Intensität der beiden Schwingungskomponenten die Haupterscheinung.

Schk.

Elektrooptische Eigenschaften der Metalle und der Kohle. Von E. ASCHKINASS. (*Ann. der Physik 17, 960; 18, 373 (1905)*). Der Verf. suchte aus den für den absolut schwarzen Körper gefundenen Strahlungsgesetzen unter Berücksichtigung des Reflexionsvermögens der Metalle ähnliche Gesetze für die Metalle abzuleiten. Nach Planck ist die Intensität E der „schwarzen Strahlung“ mit der Wellenlänge λ und der absoluten Temperatur T durch

die Beziehung $E = c_1 \lambda^{-5} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$ verknüpft, wo c_1 und c_2 Konstanten sind, von denen $c_2 = 14\,600$ ist, wenn die Wellenlänge in μ gemessen wird. Aus der Planckschen Formel ergeben sich die andern Grundgesetze der schwarzen Strahlung: das Verschiebungsgesetz $\lambda_m \cdot T = \text{konst.} = 2940$, wo λ_m die Wellenlänge des Energiemaximums E_m ist, ferner $E_m = \text{konst.} \cdot T^5$ und das Stefan-Boltzmannsche Gesetz der Gesamtstrahlung $\int_0^\infty E d\lambda = \text{konst.} \cdot T^4$. Bei einem nicht schwarzen Körper hängt die Strahlung S noch von dem Reflexionsvermögen ab. Ist R das prozentische Reflexionsvermögen, so ist nach dem

Kirchhoffschen Satze: $S = \frac{100 - R}{100} \cdot E = c_1 \frac{100 - R}{100} \lambda^{-5} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$. Wie Hagen und Rubens experimentell, Drude und Planck theoretisch gefunden haben, ist für Strahlen großer Wellenlänge $100 - R = 36,5 \sqrt{\omega/V\lambda}$, wo ω den spezifischen Ohmschen Widerstand des betreffenden Metalles bedeutet (*d. Ztschr. XVI 296*). Aus den beiden letzten Formeln ergibt sich S als Funktion von ω . ASCHKINASS berechnete die spektrale Lage von S_m , indem er $\partial S/\partial \lambda = 0$ setzte und fand $\lambda_m T = 2666$. Hieraus geht hervor, daß bei tiefen Temperaturen auch die Metalle einem Verschiebungsgesetze folgen. Lummer und Pringsheim fanden für die Strahlung von blankem Platin zwischen 802° und 1845° abs. $\lambda_m T = 2630$; die Zahl variierte in jenem Beobachtungsbereich zwischen 2570 und 2690. Die theoretisch gefundene Zahl 2666 stimmt damit ausgezeichnet überein, obwohl die Voraussetzungen der Theorie bei dem Platin gar nicht vollkommen erfüllt sind.

ASCHKINASS berechnete weiterhin aus den angegebenen Formeln die Werte für das Energiemaximum S_m und für die Gesamtstrahlung. Er setzte näherungsweise den Temperaturkoeffizienten des Widerstandes der reinen Metalle dem Ausdehnungskoeffizienten der permanenten Gase gleich, so daß $\omega = \omega_0 \cdot T/273$, wo ω_0 der spezifische Widerstand bei 0°C . ist. Er erhielt so für die von einem Metall emittierte Energie $S = c_1 \cdot 0,0221 \sqrt{\omega_0} \sqrt{T} \cdot \lambda^{-5,5} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$; ferner für das Energiemaximum $S_m = c_1 \cdot 1,334 \cdot 10^{-23} \cdot \sqrt{\omega_0} \cdot T^6$ und für die Gesamtstrahlung $\int_0^\infty S d\lambda = c_1 \cdot 4,936 \cdot 10^{-20} \sqrt{\omega_0} \cdot T^5$. Hiernach wäre bei der Emission der reinen Metalle bei relativ niedrigen Temperaturen die Maximalenergie der sechsten, die Gesamtstrahlung der fünften Potenz der absoluten Temperatur proportional. Das erstere hatten Lummer und Kurlbaum, das letztere Lummer und Pringsheim für die Strahlung des Platin zwischen 800 und 1800° abs. ebenfalls gefunden. Die für relativ tiefe Temperaturen abgeleiteten Strahlungsgesetze werden hiernach bei Platin auch noch innerhalb recht weiter Temperaturgrenzen erfüllt.

Vergleicht man die Strahlung des absolut schwarzen Körpers mit derjenigen der Metalle, so findet man, daß die Metalle um so „schwärzer“ werden, je höher die Temperatur steigt. Die vom Verf. berechneten Verhältnisse der Energiemaxima bezw. der Gesamtstrahlungen des absolut schwarzen Körpers und eines Metalles ergaben sich als der absoluten Temperatur umgekehrt proportional. Lummer und Kurlbaum haben experimentell die Verhältnisse der relativen Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers zu derjenigen des Platins für verschiedene Temperaturen bestimmt. ASCHKINASS berechnete diese Verhältnisse aus seinen Formeln und fand, daß sie mit den experimentell gefundenen der Größenordnung nach gut übereinstimmten. Ebenso berechnete der Verf. die Energieverteilung für die Platinstrahlung bei denselben Temperaturen, für die Lummer und Pringsheim sie experimentell bestimmt hatten. Die Resultate der Rechnung und der Lummer-Pringsheimschen Beobachtungen wurden in derselben Zeichnung graphisch zur Darstellung gebracht. Die beiderseitigen Kurven zeigten genau denselben Verlauf, deckten sich zum Teil sogar vollständig. Es geht daraus hervor, daß die Energieverteilung des blanken Platins in ziemlich weiter Annäherung durch die oben für S angegebene Formel dargestellt wird. Wahrscheinlich wird sich die Formel auch auf die übrigen reinen Metalle anwenden lassen. Aus der außerordentlichen Übereinstimmung der Beobachtungen mit der Theorie geht hervor, daß die Strahlung der Metalle zu einem erheblichen Betrage durch ihr elektrisches Leitvermögen bestimmt wird.

Im Zusammenhang mit diesen Versuchen stehen Untersuchungen von ASCHKINASS über das Reflexionsvermögen der Kohle, worüber auch an anderer Stelle (d. H. S. 65) berichtet ist. Aus den dabei gemachten Beobachtungen folgt, daß das Reflexionsvermögen der Kohle fast im ganzen Spektrum so gut wie ausschließlich durch die elektrische Leitfähigkeit bestimmt wird. Im ultraroten Gebiet haben die leitenden Kohlen gar keine Ähnlichkeit mehr mit einem schwarzen, nicht einmal mit einem grauen Körper. Das ist für die Ökonomie gewisser Lichtquellen, besonders der Kohlenfadenglühlampe, nicht ohne Bedeutung. Da der Widerstand der Kohle mit der Temperatur abnimmt, so wird die Reflexion mit ihr wachsen. Die Kohle wird also mit höherer Temperatur „blanker“, im Gegensatz zu den Metallen, die dann „schwärzer“ werden. Der relative Anteil der unsichtbaren Strahlungsenergie an der Gesamtemission eines Kohlefadens dürfte daher bei hoher Temperatur noch erheblich geringer sein als aus den bei Zimmertemperatur angestellten Reflexionsmessungen zu erwarten wäre.

Shk.

Ferromagnetische Mangan-Aluminium-Kupfer-Legierungen. FR. HEUSLER hat gefunden, daß, im Gegensatz zum Mangan, gewisse Legierungen dieses Metalls stark magnetisierbar sind (*Verhdl. d. Deutschen phys. Ges. 1903. S. 219*). Besonders zeichneten sich hierdurch Legierungen von Mangan, Aluminium und Kupfer aus. Bei gleichem Mangangehalt nimmt die Magnetisierbarkeit mit steigendem Aluminiumgehalt zu bis zu einem Maximum, das erreicht ist, wenn der Aluminiumgehalt rund die Hälfte des Mangangehaltes beträgt, d. h. wenn auf 1 Atom Mangan 1 Atom Aluminium kommt. Da auch wäßrige Mangansalzlösungen magnetische Eigenschaften zeigen, so liegt es nahe, die Manganaluminiumbronzen mit einer Salzlösung zu vergleichen, in der das Kupfer als Lösungsmittel, die Kombination gleicher Atome Mangan und Aluminium als gelöstes Salz anzusehen sein würde. Die Temperaturpunkte, bei denen die Legierungen aufhören magnetisch zu sein, sind je nach ihrer Zusammensetzung verschieden. Zusätze anderer Metalle setzen diese Umwandlungspunkte stark herab. Die Manganaluminiumbronzen sind schlechte Leiter der Elektrizität. Auch die aus Mangan-kupfer mit Antimon, Wismut und Zinn hergestellten Legierungen zeigten eine, wenn auch viel geringere Magnetisierbarkeit. Ein geringer Zusatz von Blei wirkt aber günstig. Im einzelnen wurden die magnetischen Eigenschaften der Manganlegierungen von W. STARCK und E. HAUPT näher untersucht (a. a. O. S. 224). Die Legierungen wurden in Form von zylindrischen Stäben mit dem Magnetometer geprüft und so die Induktionskraftlinien für verschiedene Feldstärken bestimmt. Die Hysterese war im allgemeinen gering, zeigte sich aber manchen Veränderungen unterworfen.

Eine eingehendere Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der Heuslerschen Legierungen mit besonderer Berücksichtigung des Temperatureinflusses wurde in der physikalisch-technischen Reichsanstalt von E. GÜMLICH angestellt (*Ann. d. Physik* 16. 535; 1905). Er benutzte zwei von Heusler selbst hergestellte Proben der Legierung; Probe I bestand aus Cu 61,5 Proz., Mn 23,5 Proz., Al 15 Proz., Pb 0,1 Proz., Probe II hatte Cu 67,7 Proz., Mn 20,5 Proz., Al 10,7 Proz., Pb 1,2 Proz. Aus den Probestücken wurden zylindrische Stäbe von 18 cm Länge und 0,6 cm Durchmesser gedreht. Die Bestimmung der Koerzitivkraft erfolgte mit dem Magnetometer, die Aufnahme der Induktionskurve nach der Jochmethode mit dem ballistischen Galvanometer. Zuerst wurde für beide Stäbe die Magnetisierungskurve bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt. Die bei der Feldstärke $\mathcal{H} = 150$ erreichte Induktion war bei I beträchtlich größer als bei II, doch war die Maximalpermeabilität von II schon etwas höher als von I, da diese eine viel größere Koerzitivkraft besaß. Eine Abkühlung auf die Temperatur der flüssigen Luft ergab bei beiden Stäben keine wesentliche Änderung der Magnetisierungskurve. Bei Erwärmung bis auf 110° zeigte Stab I noch keine wesentliche Änderung. Bei Stab II dagegen hatten alle magnetischen Eigenschaften stark zugenommen. Stab II wurde daher weiterhin im elektrischen Ofen 544 Stunden lang auf 110° , dann 66 Stunden auf 165° , dann wieder 134 Stunden auf 110° erwärmt. Maximalinduktion und Remanenz nahmen mit der Dauer der Erwärmung kontinuierlich zu. Die Koerzitivkraft dagegen stieg zunächst stark, nahm dann aber wieder ab und sank weit unter den ursprünglichen Wert. Die Maximalpermeabilität μ_{\max} ist, wie der Verf. früher gezeigt hat, mit der Remanenz R und der Koerzitivkraft C durch die Formel $\mu_{\max} = a(R/C)$ verknüpft, wobei für weiches Eisen $a = 0,5$ ist. Diese Formel zeigte sich auch für die Mn-Al-Cu-Legierung gültig, wenn man $a = 0,67$ setzte. Die Energievergeudung pro ccm nahm mit der Dauer der Erwärmung, wenn auch nicht regelmäßig, zu. Der Hysteresekoeffizient η , also auch die Größe des Energieumsatzes, war ziemlich klein und entsprach etwa demjenigen bei schlechtem Stahlguß. Die Koerzitivkraft entsprach bei I der von gutem Gußeisen, bei II der von vorzüglichem Stahlguß. Die Maximalpermeabilität war für beide Legierungen etwa gleich der guten Gußeisens und steigerte sich nach dem Altern bis zu der von schlechtem Stahlguß. Durch die 66 stündige Erwärmung auf 165° erlitt das Material eine wesentliche Verschlechterung, die besonders die Koerzitivkraft, die Energievergeudung und die Maximalpermeabilität betraf. Die Legierung zeigte ferner eine sehr starke magnetische Nachwirkung, die bei den Messungen berücksichtigt werden mußte.

An denselben beiden Stäben hatte L. AUSTIN Versuche darüber angestellt, ob sie bei der Magnetisierung ähnliche Dimensionsänderungen erleiden wie Eisen, Nickel und Kobalt (*Verhdl. d. Deutschen phys. Ges.* 1904, S. 211). Es zeigte sich, daß die Legierungen im magnetischen Felde eine Ausdehnung erleiden, die beinahe der Magnetisierung proportional ist. Die Ausdehnungskurve ist in ihrer Form der Magnetisierungskurve ähnlich, steigt aber langsamer an. Die größte beobachtete Ausdehnung war $11 \cdot 10^{-7}$ der Länge in einem Felde von 400 Einheiten, d. h. ungefähr ein Drittel der Maximalausdehnung von weichem Eisen. War in einem starken Felde eine Ausdehnung erfolgt, so fand nun bei konstant bleibendem Feld eine allmähliche Zusammenziehung statt, die ungefähr dem Quadrat der Feldstärke proportional scheint. Auch Eisen zieht sich in starken Feldern zusammen; nur erfolgt die Bewegung der Legierung langsamer, was wohl mit der auch von Gumlich gefundenen Nachwirkung zusammenhängt.

Schk.

3. Geschichte und Erkenntnistehre.

Zur Naturwissenschaft der Araber. In einer neuen Folge (III) seiner „Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften“ (*Sitz.-Ber. der physikal. med. Sozietät in Erlangen.* Bd. 37, 1905) macht E. WIEDEMANN ausführliche und höchst schätzenswerte Mitteilungen vorwiegend bibliographischer Natur über arabische Schriftsteller und deren Beziehungen zum Altertum. Insbesondere wird ein Stück aus der Beschreibung Ägyptens von el Kindi näher besprochen und die darin genannten Forscher des Altertums aufgeführt. Aus der Astronomie

und der Kosmographie der Araber wird u. a. erwähnt, daß das Himmelsgewölbe als Ei bezeichnet werde, in dem die Erde wie der Eidotter in der Mitte des Eies schwimme. Ferner heißt es bei dem Schriftsteller Dimeschgi: „Daß das Wasser die Erde umgibt, ist die Folge eines Naturgesetzes, daß jeder leichtere Gegenstand sich über den schwereren erhebt . . . und die Luft zieht sie von allen Seiten gleichmäßig nach dem Himmelsgewölbe, wie der Magnet das Eisen anzieht; daher steht sie in der Mitte. Andere behaupten, daß sie in der Mitte sich befindet infolge der Zurückstoßung, welche die Himmelskugel von allen Seiten auf sie ausübt, gerade wie Staub, der in eine Flasche gefüllt ist, die sich sehr schnell und andauernd dreht, nach der Mitte der Flasche gezogen wird. Und ebenso verhalten sich Strohstücke, wenn sie in ein mit Wasser gefülltes Becken gebracht werden, und das Wasser in eine starke Umdrehung versetzt wird; dann drehen sich die Strohstücke mit dem Wasser und sammeln sich in einem Haufen in der Mitte.“ Hier ist bemerkenswert, daß der zweite Versuch richtig ist, nicht aber der erste, der eine unzulässige Verallgemeinerung des zweiten zu sein scheint. Eine andere richtige Beobachtung liegt folgender Bemerkung bei Qazwini zugrunde: Es werde angenommen, die Erde schwimme wie ein Stück Holz auf dem Wasser. Andere aber sagen, sie schwimme auf dem Wasser gerade so, wie das Bleiblättchen auf dem Wasser schwimmt, wenn es eine große Ausdehnung besitzt, aber unter-sinkt, wenn es kleiner ist.

Über Archimedes berichtet Ibn el Qifti, daß er die Lage der Ländereien in Ägypten bei dem höchsten Stand des Nils festgestellt, sie mit Mauern geschützt und durch Dämme verbunden habe, zu dem Zwecke, daß die Bewohner zu jedem Stück Land, sobald es trocken gelegt war, gelangen konnten, um es zu besäen. Auf Archimedes wird ferner auch die Erfindung sehr kunstreicher Wasseruhren zurückgeführt. Ein arabischer Traktat hierüber trägt Archimedes' Namen und ist noch (Hdschr. in Paris) erhalten. Bei der Uhr des Archimedes warf ein Rabe (Falke?) eine Kugel aus seinem Schnabel in eine Schale, wodurch ein Ton erzeugt wurde. Solche Uhren wurden von den Arabern mehrfach gebaut. So wird über eine Uhr berichtet, die im 12. Jahrhundert an der Moschee zu Damaskus angebracht war. An der Uhr befanden sich zwei Falken, die nach Ablauf jeder Stunde Kugeln in Messingschalen warfen; ferner wurden im Laufe des Tages von zwölf Türen, die anfänglich geöffnet waren, nach je einer Stunde eine geschlossen; während der Nacht wurde nach jeder Stunde durch eine Lampe, die einen Kreis beschrieb, eine Kupferscheibe erleuchtet. In einem Werk von el Gazari vom Anfang des 13. Jahrhunderts werden genaue Beschreibungen von Uhren gegeben. Den erwähnten Uhren ähnlich gebaut war nach dem Bericht Einhards auch die Uhr, die der Kalif Harun al Raschid 807 Karl dem Großen zum Geschenk machte.

P.

4. Unterricht und Methode.

Zum Unterricht in der Himmelskunde. Eine Programmabhandlung von M. SCHNEIDEWIN (*Städt. Gymnasium, Realprog. u. Realschule i. E. zu Hameln, Ostern 1905, Pr.-Nr. 358*) hat zum Inhalt „Einige Grundeinsichten der Himmelskunde in allgemein verständlicher Darstellung“. Die Abhandlung zieht unsere Aufmerksamkeit schon durch den ungewöhnlichen Umstand auf sich, daß der Verfasser weder Mathematiker noch Geograph, sondern klassischer Philologe ist, der in den obersten Klassen des Gymnasiums in Deutsch, Latein, Griechisch und Hebräisch unterrichtet und sich überdies durch philosophische Arbeiten bekannt gemacht hat. Sein 1900 veröffentlichtes Buch: „Die Unendlichkeit der Welt und ihre Bedeutung für die Menschheit“ enthält ebenfalls beachtenswerte Erörterungen über astronomische Fragen. Die vorliegende Abhandlung eröffnet der Verfasser mit dem Satz: „Aus mannigfachen Klagen nichtmathematischer Kollegen weiß ich, daß die von ihnen in der „Erdkunde“ zu behandelnden Elemente der „mathematischen Geographie“ vielen von ihnen, deren Studien ja meist gar nicht auf dieses Gebiet zugekommen sind, geradezu eine crux sind.“ Er hofft, daß gerade diesen Nichtfachmännern durch seine Darbietung die Behandlung dieses so überaus bedeutungsvollen Stoffgebiets vielmehr zur Freude und zum Genuß werden

möge. Wir glauben, daß dies in der Tat der Fall sein wird, und fügen hinzu, daß auch der Fachmann aus den Ausführungen dieses „*Outsider*“ manches lernen können.

Der Inhalt der Abhandlung ist in folgende Abschnitte gegliedert: 1. Der „Aufgang“ der Gestirne. 2. In welchem Winkel gegen den Horizont gehen Sonne, Mond und Sterne auf? 3. Ein schlagender Beweis für die Achsendrehung der Erde. 4. Der Beweis für die jährliche Bewegung der Erde. 5. Wie ist man zur Erkenntnis der Größe der Erde gekommen? 6. Wie kann man die Entfernung der Gestirne berechnen? 7. Woher man die Schnelligkeit des Lichtes kennt. 8. Die Aberration der Fixsterne als die glänzendste Bestätigung der jährlichen Bewegung der Erde. 9. Wie neue Planeten entdeckt werden. 10. Woher man die Länge des Tages der einzelnen Planeten wissen kann. 11. Die Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten der Erde. 12. Worauf gründen sich die neuesten Behauptungen von einer Bewegung unsres ganzen Sonnensystems im Weltraum?

„Was das heißt, daß ein Stern in ganz bestimmten Tagen einer Jahreszeit, z. B. Aldebaran im Stier in den letzten Tagen des Juni aufgeht, das habe ich z. B. bei Sekundanern und Primanern im Lauf mehrerer Jahrzehnte noch niemals deutlich gewußt gefunden, während es doch im Altertum jeder Landwirt und jeder Hirt des Feldes wußte.“ Unser Kalender überhebt uns heut dieser Kenntnis, aber für die Alten war sie von großer Wichtigkeit. Der Verfasser setzt uns sehr hübsch auseinander, wie das tägliche Zurückbleiben der Sonne gegen die Fixsterne zur Folge hat, daß ein Stern, der um eine kleine Anzahl von Graden östlich von der Sonne steht, am hellen Abendhimmel nicht mehr aufzufinden ist und auch am Morgen, da er erst nach der Sonne aufgeht, nicht sichtbar wird. Ist die Sonne an dem Stern vorübergegangen, so geht dieser zwar morgens vor der Sonne auf, ist aber anfangs wegen der Dämmerung noch nicht sichtbar. Er bleibt im ganzen etwa 40 Tage lang unsichtbar, um dann 320 Tage lang sichtbar zu sein. Das erste Wiedererscheinen des Sterns im noch matten Morgenrot nannten die Alten den „helischen“ Aufgang des Sterns. Der Verfasser bemerkt mit Recht, daß die Einmischung der jährlichen Bewegung der Erde an diesem allerersten Eingang in die Himmelskunde nur schädlich und verdunkelnd wirke.

Interessant ist, was der Verfasser (in Nr. 3.) als den schlagendsten Beweis für die Achsendrehung der Erde ansieht. In den Schulen pflegte man sich zu beruhigen [?], wenn man gezeigt hat, daß die Erscheinung der täglichen Umdrehung des Himmels ebensogut durch die Annahme der Achsendrehung der Erde erklärt werden kann. Aber auch die Gründe der Lehrbücher seien vielmehr nur Bestätigungen der Achsendrehung der Erde, sie seien weder alle leicht faßlich noch vollkommen sicher, denn der Schluß von der Wirkung (z. B. Abplattung der Erde) auf die Ursache habe immer etwas Ungewisses, und Sicherheit nur der Schluß in der umgekehrten Richtung. Als einen „großen und überwältigenden“ Beweis sieht der Verfasser dagegen den folgenden an: Die Mittelpunkte der Kreise, welche die Fixsterne bei der täglichen Umdrehung des Fixsternhimmels beschreiben, liegen sämtlich auf den beiden über die Pole hinausgehenden Verlängerungen der Erdachse. Diese Punkte sind aber keine materiellen, sondern rein eingebildete Punkte und demnach nicht imstande, eine so ungeheure Kraftwirkung, wie sie sich auf alle Fälle in der Drehung aller Himmelskörper darstellt, auszuüben, was ja immerhin geheimen Kräften der großen Erdkugel, wenn die Bewegung um diese selbst ginge, zuzutrauen wenigstens nicht von vornherein widersinnig gewesen wäre. Wir vermögen dem Verfasser das Zwingende seines Beweises nicht zuzugestehen; denn wenn man von unklaren „naturphilosophischen“ Voraussetzungen absteht, so liegen dem Beweise doch im wesentlichen die Prinzipien der Newtonschen Mechanik, speziell das zweite Bewegungsgesetz, zugrunde, die nicht so unbedingt selbstverständlich sind, daß sie auch dem Laien als allgemeingültig erscheinen müßten. Für die Physiker aber ist ihre Allgemeingültigkeit eine relative, erst durch allmähliche Erweiterung erworbene, und jede Ausdehnung, etwa von terrestrischen auf kosmische Verhältnisse, ist ein Wagnis, das nur durch die Übereinstimmung der Folgerungen mit der Erfahrung gerechtfertigt werden kann. Im besonderen trifft es für die Kraft gar nicht von vornherein zu, daß sie nur in der Richtung der geraden Verbindungslinie wirksam sei (dies aber ist der Kern der obigen

Behauptung, daß die Ursache der Kreisbewegung im Mittelpunkt des Kreises gesucht werden müsse); kennt die Physik doch auf Kräfte, die sich ganz anders verhalten. Wir ziehen daher für die populäre Belehrung den anderen vom Verfasser gleichfalls angeführten Beweis vor: daß es doch ganz unglaublich ist, solche Riesenkugeln ohne Zahl, wie die Sterne sind, bewegten sich alltäglich mit einer Geschwindigkeit, die bei ihrer nach Millionen und Billionen Meilen zählenden Entfernung ganz unausdenkbar groß sein müßte, alltäglich alle in gleichem Tempo um die kleine Erde. Der Verfasser sagt selbst, dieser Gedanke sei ebenso richtig wie von überwältigender Überzeugungskraft. Er verwirft ihn, weil er Aufschlüsse wie die von der Größe und Entfernung der Sterne heranzieht, die im Gang des Unterrichts erst viel später gewonnen werden. Indessen ist doch zu berücksichtigen, daß man einen Teil dieser Aufschlüsse, soweit sie die Abstände des Mondes, der Sonne und der Planeten von der Erde betreffen (Nr. 6. der Abhandlung), auch schon vor der Achsendrehung der Erde zur Besprechung bringen kann. Überhaupt ist die Anordnung der Gegenstände zum Teil etwas willkürlich; so würde die Größe (und Gestalt) der Erde ihren Platz wohl ebenfalls besser vor der Achsendrehung finden.

Sehr bemerkenswert ist auch, was dem Verfasser als der wichtigste Beweis für die jährliche Bewegung der Erde gilt. Er erläutert die zeitweilige Rückläufigkeit der Planeten und sagt: „Daß nun diese Bewegungsart der Planeten ihre wahre Bewegung in der Natur sein sollte, ist ganz unglaublich. Dies Gefühl von Unglaublichkeit ist die starke Grundlage der kopernikanischen Lehre“. Er fügt allerdings hinzu: „Wenn man will, löst sich jenes Gefühl freilich in einen naturphilosophischen Glauben auf, allein wir sind mit dem Gefühl, daß dem so ist, eben von der Zuversicht auf die Einfachheit und Ordnung der Natur durchdrungen; wir halten eine solche Bewegungsart von Körpern wie die . . . scheinbare der Planeten wohl als eine künstliche Veranstaltung menschlicher Konstruktion, aber nicht als die Wirkungsart natürlicher Kräfte für möglich“. Hier hat der Verfasser sich doch von seiner „Naturphilosophie“ zu weit führen lassen. Man wird es nur als einen Wahrscheinlichkeitsbeweis ansehen dürfen, daß bei der kopernikanischen Auffassung sich eine größere Einfachheit herausstellt als bei der ptolemäischen. Hinter dem, was der Verfasser über die Wirkungsart natürlicher Kräfte sagt, steckt der gesunde Gedanke, daß nur die kopernikanische Bewegung sich auf mechanische Kräfte im Sinne der heut gültigen physikalischen Prinzipien zurückführen läßt. Aber dies ist eine Einsicht, die dem Anfänger auf diesem Gebiet noch nicht erschlossen werden kann.

Auf die übrigen Abschnitte einzugehen, liegt kein Anlaß vor, sie bieten im wesentlichen nur Bekanntes in bekannter Darstellungsart. Nicht verschwiegen werden darf, daß sich einzelne Mängel und Versehen eingeschlichen haben, die den Verfasser als Nichtmathematiker kenntlich machen. Gleichwohl sei das Verdienst, das er sich mit diesem Versuch einer populären Darstellung erworben hat, dankbar anerkannt. Wir entnehmen der Abhandlung die sehr zum Nachdenken veranlassende Lehre, daß Wahrscheinlichkeitsbeweise wie die erörterten für Laien, selbst für philosophisch hochgebildete, eine stärkere Beweiskraft haben, als der Fachmann ihnen zuzuschreiben wagt, und als eine strengere Kritik für zulässig erachtet.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Anwendungen der Quecksilberlampe und der ultravioletten Strahlung. Über die in neuester Zeit zu erheblicher Bedeutung gelangte Quecksilberlampe ist in dieser Zeitschrift mehrfach berichtet, und sind unlängst (*dieser Jahrg. S. 239–242*) eine ganze Anzahl verschiedener meist neuerer Ausführungsformen beschrieben worden, die mit alleiniger Ausnahme der Quarzlampe von HERAEUS (S. 241, Fig. 5) für allgemeine Verwendung bestimmt sind; die erwähnte Lampe aber kann schon wegen ihres hohen Preises hierfür kaum in Frage kommen, sie ist im besonderen bestimmt, dem Physiker zu dienen, und es sei deshalb hier diese wissenschaftliche Seite der Quecksilberlampe etwas näher besprochen. Versuche mit Quecksilberbogenlampen stellten schon WAY 1856–1860, der dabei durch Vergiftung sein Leben

verlor, J. H. GLADSTONE 1860 an, und letzterer fand, daß farbige Gegenstände bei Quecksilberlicht meist wesentlich anders gefärbt erscheinen als sonst; den Grund hierfür fand er in der eigenartigen Zusammensetzung des Quecksilberlichtes, welches ein Spektrum aus nur wenigen Linien gibt, deren weitaus hellste folgende sind: $Hg\ \alpha$ im Gelbgrün $\lambda = 546\ \mu\mu$, $Hg\ \beta$ Doppellinie im Gelb $\lambda = 579\ \mu\mu$, $Hg\ \gamma$ im Violett $\lambda = 436\ \mu\mu$. Wenn aber wie bei WAY, GLADSTONE und HARRISON (1868) der Bogen in gewöhnlicher Weise bei Atmosphärendruck in Luft gebildet wird, so kann man das Hg -Spektrum kaum rein erhalten; dies geschieht vielmehr in den „Vakuumentquecksilberlampen“, wie schon GASSIOT 1857 eine solche anwandte, und wie sie dann durch RAPIEFF 1879, RIZET 1880, LANGHANS 1887, ARONS 1892, endlich HEWITT 1900 weiter ausgebildet worden sind. Der erwähnten Zusammensetzung ihres Lichtes wegen und der dadurch bedingten „Aussehensänderung“ der beleuchteten Gegenstände ist nun die Quecksilberlampe zunächst für die Verwendung als Beleuchtungsmittel recht ungeeignet, dagegen erscheint sie wegen der wenigen, aber sehr lichtstarken Linien und der verhältnismäßig großen Leichtigkeit, mit der man der Lampe eine relativ

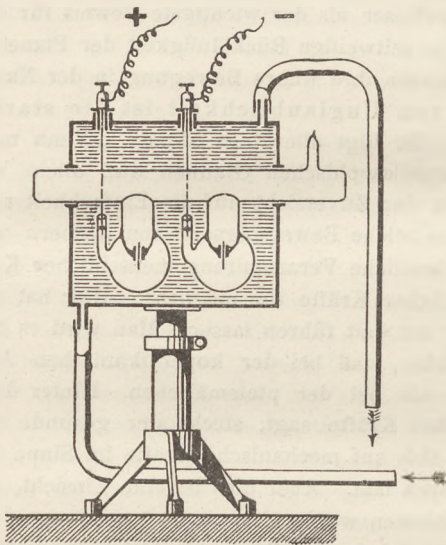


Fig. 1.

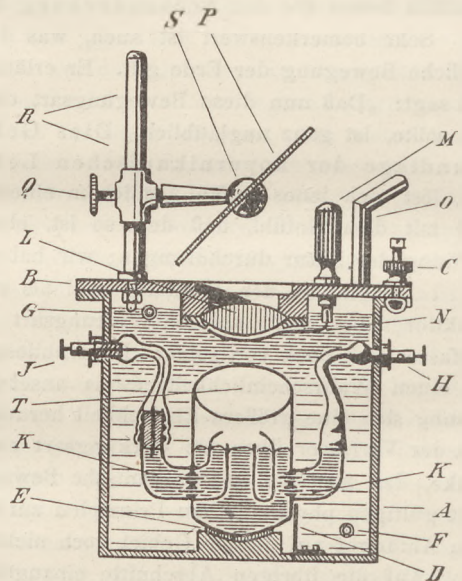


Fig. 2.

große Gesamtlichtstärke geben kann, vortrefflich brauchbar als monochromatische Lichtquelle für wissenschaftliche Zwecke, da man die nicht gewünschten Wellenlängen entweder durch Brechung oder durch Absorption beseitigen kann. Diese Bedeutung der Quecksilberlampe wurde bald nach ARONS' Veröffentlichungen erkannt, und daraufhin wurde die ARONSSche Form in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, vornehmlich durch O. LUMMER, einer Umgestaltung unterzogen, wobei sie die Gestalt Fig. 1 erhielt. Das Wichtigste hierbei ist, daß der bei ARONS nur eine bogenförmige Verbindung der Elektrodenenden darstellende Dampfraum hier ein geräumiges, gerades, wagerechtes Rohr mit ebenen Endflächen ist, welche aus einem mit Zu- und Abflußröhren für Wasser versehenen Kühlkasten herausragen. Weitere Bemühungen, namentlich von GÜMLICH, führten dann 1897 zur „Amalgamlampe“, d. h. einer solchen, in welcher an Stelle reinen Quecksilbers Cadmiumamalgam mit 10 Gewichts-Proz. Cd verwendet wird; die Lampe ist in ihrer Form der Lummerschen sehr ähnlich. Cd ist als Zusatz gewählt, weil seine Linien, ebenfalls gering an Zahl, in die Zwischenräume der Hg -Linien fallen. Weiter haben dann FABRY & PÉROT die Quecksilberlampe als monochromatische Lichtquelle benutzt (1897, 1899), und zwar wieder in einer anderen Form; sie ordneten nämlich die beiden Hg -Pole konzentrisch an, so daß der Dampfraum die Gestalt eines oben gewölbten, ziemlich dicken, aufrechten Glasrohres erhielt, das allseitig von Wasser umgeben ist. Eine weitere Ausgestaltung eben dieser Form

finden wir in der Lampe von SIEDENTOPF 1904, vgl. Fig. 2; *A* ist der Wasserkasten, *B* dessen Deckel, *C* Befestigung des letzteren, *D* Federn und *E* Sockel mit Isolierplatte für die Lampenbefestigung, *F* und *G* Wasserein- bzw. -Ausfluß, *H* und *I* Anschlußklemmen, *KK* Stromzuführungen zu den Lampenpolen, *L* Linse zur Konzentration des Lichtes, *M* Griff für den Haken *N* zur Entfernung von Luft- bzw. Dampfblasen von der Linse, *O* Schornstein für etwaigen Wasserdampf, *P* Spiegel, *Q* Klemmschraube, *R* Tragsäule und *S* Drehpunkt derselben, *T* Vakuumkammer zur Verhinderung einer Kondensation der Quecksilberdämpfe im Strahlengange. Diese Lampe ist besonders für die Verwendung als monochromatische Lichtquelle für Mikroskope konstruiert. Eine der Hauptlinien des *Hg*-Spektrums ist im Violett gelegen, man hat also, wenn man die andern abblendet, eine kräftige Quelle kurzwelligen Lichtes; dies ist für die Ausgestaltung des Mikroskopes sehr wichtig, denn man könnte zu wesentlich stärkeren Vergrößerungen übergehen, wenn man monochromatisches Licht von wesentlich kleinerer Wellenlänge verwendete, und könnte damit selbst bis in das Gebiet des unsichtbaren Ultraviolett gehen; daß darin kein Hindernis liegt, hat A. KÖHLER gezeigt (*Phys. Ztschr.* 5. 666÷671; 1904), indem er einen vollständigen Apparatusatz für mikroskopische Untersuchungen mit $\lambda = 275 \mu\mu$ konstruierte, bei denen für subjektive Beobachtungen das Bild auf einer fluoreszierenden Platte erzeugt und dort durch eine Lupe beobachtet wird. KÖHLER benutzte als Lichtquelle den verstärkten Induktorfunken zwischen *Cd*- oder *Mg*-Elektroden, und zwar die Wellenlängen *Cd* 275 $\mu\mu$, *Mg* 280 $\mu\mu$; der *Hg*-Bogen besitzt zwar auch Strahlung so kleiner Wellenlängen, aber diese werden bei den aus Glas gefertigten *Hg*-Lampen absorbiert, weshalb diese den Funken in solchem Falle nicht zu ersetzen geeignet sind. Hier tritt nun die früher schon beschriebene Quarzglaslampe von HERAEUS (*d. Ztschr.* XVII 240) ein; ihre Ultraviolettstrahlung ist so kräftig, daß man bei ihrem Gebrauche namentlich auf Schutz der Augen bedacht sein muß, wenn man sich nicht eine schmerzhaftige Augenentzündung zuziehen will, und enthält nach PFLÜGER (*Phys. Ztschr.* 5. 414 und 415; 1904) folgende noch galvanometrisch mittels Thermoelement nachweisbare Linien:

$$\lambda = 254, 265, 275, 297, 313, 334, 365, 405, 436, 546, 578 \mu\mu.$$

Genauere Untersuchungen über die Energieverteilung im Spektrum der Quecksilberlampe aus Quarzglas hat E. LADENBURG angestellt (*Phys. Ztschr.* 5. 525÷528; 1904), und dabei ein stetiges Anwachsen der Energie mit der Wellenlänge für die Linien 253, 311, 363, 433 und 546 einerseits und 297, 404 und 576 andererseits gefunden, was auf eine eigenartige Gesetzmäßigkeit hinzuweisen schien. Nach J. STARK ist jedoch die Energieverteilung im Spektrum dieser Lampen von Fall zu Fall verschieden (*Phys. Ztschr.* 5. 673; 1904), und zwar abhängig von der Dampfdichte sowie auch von der Beschaffenheit des benutzten Quarzglases; durch geeignete Wahl der Dampfdichte kann man sowohl Lampen von starker Strahlung im Gelb bei schwachem Ultraviolett sowie umgekehrt solche von starkem Ultraviolett bei schwacher Energie im sichtbaren Spektrum herstellen. Nun sind aber solche Lampen aus Quarzglas recht kostspielig, man hat daher nach einem billigeren Ersatz für das Quarzglas gesucht.

Es gelang E. ZSCHIMMER (*Phys. Ztschr.* 4. 751 u. 752; 1903) in dem Glaswerk O. Schott-Jena geeignete Gläser herzustellen, die als U.-V.-Kron 3199, U.-V.-Flint 3248, U.-V.-Flint 3492 und schwerstes U.-V.-Flint S 249 bezeichnet werden, U.-V.-Kron von Deckglasdicke ist bis 248 $\mu\mu$ durchlässig, das Spektrum einer aus solchem Glas hergestellten Quecksilberlampe, sog. „Uviol-Lampe“, reicht bis 253 $\mu\mu$, das einer Quarzglaslampe bis 220 $\mu\mu$. Das Spektrum der Uviol-Lampe ist recht linienreich und enthält allein im sichtbaren Teile bis 405 $\mu\mu$ 25 Linien; mit der Ausdehnung bis 253 $\mu\mu$ gibt die Lampe bereits $\sim \frac{1}{3}$ des ganzen in Luft überhaupt möglichen Bereiches des Ultraviolett. Die Lampe ist zylindrisch, von 8÷30 mm Durchmesser und 20÷130 cm Länge; an den Enden sind innen in Kohleknöpfe auslaufende Platindrähte eingeschmolzen, die Füllung beträgt 50÷150 g Hg; die Lampe besitzt gewöhnliche Kippzündung und wird mit 2÷4 Amp. betrieben. Entsprechend der kräftigen Ultraviolettstrahlung zeigt diese Lampe ganz ähnliche Eigenschaften wie die Quarzglaslampe; es tritt in ihrer Nähe reichlich Ozon auf, und man muß sich ebenfalls sehr vor physiologischen Einwirkungen

der Strahlen, namentlich solcher auf die Augen, in acht nehmen. Von diesen Nebenerscheinungen ist nun die Ozonbildung höchst unliebsam, während die physiologische Wirkung sich leicht vermeiden läßt, indem man sich nicht von der Strahlung direkt treffen läßt; diese Ozonbildung kommt jedoch, wie früher gesagt (*diese Ztschr.* 18. 241; 1905) bald zum Stillstande.

Um die Frage näher zu untersuchen, worauf diese Erscheinung beruht, hat FRZ. FISCHER (*Ber. d. dtsh. chem. Ges.* 38. 2630–2633; 1905) eine besondere Quecksilberlampe konstruiert, die in der Hauptsache aus einem Glasbecher von etwa Probierglasform mit einem ähnlich gestalteten Quarzeinsatz besteht, durch welchen die zu untersuchenden Gase geleitet werden, und einen Quecksilber- und einen ringförmigen Eisenpol besitzt; diese ist ganz besonders geeignet, die chemischen Wirkungen ultravioletter Strahlung zu untersuchen. Nach den mit dieser Lampe von FISCHER & BRAEHMER (*Ber. d. dtsh. chem. Ges.* 38. 2633–2639; 1905) angestellten Versuchen ist die Erklärung für das Vonselbstaufhören der Ozonbildung bei den Ultraviolettlampen darin zu finden, daß die Temperatur der Lampe bald über den Wert der Zerfalltemperatur des Ozons steigt.

Zum Schutz gegen die kräftigen physiologischen Wirkungen der ultravioletten Strahlung empfahl bereits DEPPREZ (1849), gefärbte Beobachtungsgläser auch beim gewöhnlichen Lichtbogen zu verwenden. Wird die Haut von der Strahlung getroffen, so wird sie gebräunt. Alle diese Erscheinungen erhielten aber eine ganz andere Bedeutung, als 1895 N. R. FINSEN begann, solche physiologischen Wirkungen absichtlich zu bestimmten Zwecken hervorzurufen: er fand, daß die violette Strahlung stark reizend auf organisches Gewebe wirkt, daneben aber auch gewisse zerstörende Einflüsse besitzt, und wandte daraufhin zunächst Sonnenlicht, dann das Licht des elektrischen Kohlebogens zur Behandlung von Hautkrankheiten an, namentlich des Lupus, der Hauttuberkulose. Der Lichtbogen wurde von einer Nebenschlußlampe für 50–100 Amp. erzeugt; das Licht wird dann von 4 mit Bergkristalllinsen und mit von Bergkristallplatten abgeschlossenen Wasserkammern versehenen Konzentratoren aufgefangen, deren Endlinsen möglichst nahe auf die zu behandelnde Stelle gebracht werden. Eine solche Vorrichtung dient zur gleichzeitigen Behandlung von 4 Kranken und kostet vollständig nicht weniger als 2335 Mark. FINSEN hat bis Januar 1902 im ganzen 804 Kranke behandelt, von denen 42 wenig oder ungünstig, 695 günstig beeinflusst wurden, 412 vollständig geheilt wurden. Da die Wirkung wesentlich eine solche der Ultraviolettrahlung ist, so bedeutete einen höchst wichtigen Fortschritt die Einführung einer Lichtquelle, welche an solcher reicher ist als der Kohlebogen; eine solche ist die Eisenelektrodenlampe, wie sie als „Dermo-Lampe“ von der Gesellschaft „SANITAS“ zu Berlin gebaut wird; diese Lampe, äußerst kompensiös und mit Handgriff versehen, enthält zwei hohle, von Kühlwasser durchströmte Eisenelektroden, in einem Ansatzrohr eine Wasserkammer und eine Quarzlinse und wird mit der Hand direkt auf die betreffende kranke Stelle gehalten. Das Licht dieser Lampe ist stark blau, irgendwelche Wärmeempfindung hat man davon nicht, wohl aber tritt schon nach wenige Minuten dauernder Bestrahlung an den von dieser betroffenen Hautstellen eine starke Rötung ein; diese Wirkung ist beim Kohlebogen weit schwächer. Eingehende Untersuchungen von KROMAYER (*Dermatolog. Ztschr.* 10. 1+24; 1903) haben nun gezeigt, daß diese Hautreizung von den leicht absorbierbaren, sehr kurzwelligen Strahlen verursacht wird, im Übermaß ungünstig ist, und man deshalb gut tut, mittels passender Methylblaulösung diese übermäßig reizenden Strahlen zu beseitigen. Wie das Eisenlicht verhalten sich auch die Ultraviolettquecksilberlampen, die demnach ebenfalls zu Zwecken der auf FINSENS Versuchen sich aufbauenden Lichttherapie verwendbar sind. Eine weitere Lichtquelle, welche reich an violetter bzw. ultravioletter Strahlung ist, sind die Dauerbrandlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen, wie sie 1893 von W. JANDUS endgültig in die Beleuchtungstechnik eingeführt worden sind; auch solche sind daher, wie z. B. die „Regina“-Bogenlampen von ROSEMEYER, für lichttherapeutische Zwecke brauchbar.

Biegen von Czudnochowski.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. Von E. MACH, em. Professor an der Universität Wien. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1905. 461 S. M 10,—, geb. M 11,—.

Wir nehmen dieses schöne Werk, das der verehrte Mann seiner von Krankheit stark beeinträchtigten Muße abgewonnen hat, mit dem Gefühl innigen Dankes entgegen. Es ist die reife Frucht langjährigen Nachdenkens über die Methode der Naturforschung, und wenn auch schon frühere seiner Schriften diesem Problem nachgegangen sind, so haben wir doch nunmehr die geklärteste und vollkommenste Darstellung des Gegenstandes vor uns. Der Verfasser „erkennt die bewußte psychische Tätigkeit des Forschers als eine methodisch geklärte, verschärfte und verfeinerte Abart der instinktiven Tätigkeit der Tiere und Menschen wieder, die im Natur- und Kulturleben täglich geübt wird“. Aber wenn hiermit auch die Verwandtschaft beider Tätigkeiten und der gemeinsame Ausgangspunkt festgestellt ist, so unterscheiden sich doch beide ebensosehr voneinander wie das Präzisionsinstrument des modernen Forschers von dem Steinbeil des Wilden. In einer Reihe fesselnd geschriebener Kapitel — „Über Gedankenexperimente“ — „Das physische Experiment und dessen Leitmotive“ — „Die Hypothese“ — „Das Problem“ — „Die Voraussetzungen der Forschung“ — „Beispiele von Forschungswegen“ — „Deduktion und Induktion in psychologischer Beleuchtung“ — setzt der Verfasser das Verfahren der Naturforschung auseinander und kommt zu dem Schluß (S. 313), daß es sich um einen recht komplizierten Prozeß handelt, der vor allem kein rein logischer ist, sondern bei dem der Abstraktion und der Phantasietätigkeit die Hauptarbeit zufällt. Mit zutreffenden Gründen weist er den Mißbrauch zurück, der mit dem Worte Induktion getrieben wird, und erklärt die Bezeichnung der Naturwissenschaften als induktiver Wissenschaften für ungerechtfertigt. Demgemäß erscheint ihm auch Mills Versuch einer Logik der Induktion als völlig unzureichend für das richtige Verständnis der wissenschaftlichen Methode, zu deren Theorie er vielmehr selbst in den vorher genannten Kapiteln die wertvollsten Beiträge liefert. Die Bedeutung des Buches wächst aber weit über den Rahmen einer Methodologie der Naturwissenschaft hinaus dadurch, daß die Untersuchungen eng verknüpft sind mit Problemen, die das gesamte geistige Leben betreffen, wie schon die eine Überschrift „Die Entwicklung der Individualität in der natürlichen und kulturellen Umgebung“ erkennen läßt, und daß es solcherart die Arbeit der Wissenschaft in Beziehung setzt zu den allgemeinsten und höchsten Kulturaufgaben. Wir unsererseits wollen nicht unterlassen, zu bekennen, daß durch das Buch auch dem naturwissenschaftlichen und speziell dem physikalischen Unterricht die willkommenste Förderung zuteil wird, insofern die Einführung in die Wege der Erkenntnisgewinnung zu den wichtigsten Aufgaben dieses Unterrichts gehört.

P.

Physikalische Freihandversuche. Unter Benutzung des Nachlasses von Prof. Dr. Bernhard Schwalbe zusammengestellt und bearbeitet von Hermann Hahn. I. Teil: Nützliche Winke. Maß und Messen. Mechanik der festen Körper. Mit 269 Figuren im Text. Berlin, Otto Salle, 1905. 187 S. M 3,—, geb. M 3,75.

Für die Lösung der von Bernhard Schwalbe hinterlassenen Aufgabe, die Gesamtheit der Freihandversuche zusammenzustellen, hat sich in dem Nachlaß des Verewigten nur sehr unzulängliches Material an Aufzeichnungen vorgefunden. Um so größer ist das Verdienst des Verfassers, der mit außerordentlicher Gründlichkeit den oft weit entlegenen Quellen dieser Versuche nachgegangen ist, wenschon ihm zur völligen Ausschöpfung der Quellen die erforderliche Muße nicht gewährt war. Aber auch so, wie es jetzt ist, stellt das Buch eine ungemein wertvolle Bereicherung der didaktischen Literatur dar. Die Versuche, für diesen ersten Teil bereits 419, sind aufs übersichtlichste angeordnet, und jeder einzelne ist knapp aber doch erschöpfend beschrieben, so daß er ohne Schwierigkeit nachgemacht werden kann. Den Versuchen voraus geht ein Abschnitt „Nützliche Winke“, in dem einfache Handgriffe und praktische Vorschriften für Löten, Firnissen, Kleben, für Bearbeitung von Glas, Kork, Kautschuk, für Behandlung von Quecksilber, Chemikalien u. s. f. zusammengestellt sind. Zahlreiche Bemerkungen über die didaktische Verwertung der Versuche lassen erkennen, daß die Arbeit nicht nur am Schreibtisch, sondern gleichzeitig in der Praxis ihre jetzige Gestalt gewonnen hat. Auf den Zusammenhang mit dem Handfertigkeitsunterricht macht der Verfasser selbst aufmerksam. Für jeden die Selbsttätigkeit pflegenden Lehrer wird das Buch je länger desto mehr sich als unentbehrlich erweisen.

P.

Einführung in die Elektrizitätslehre. Vorträge von Bruno Kolbe. 2. verbesserte Auflage. I. Statische Elektrizität. Mit 76 Figuren. 164 S. M 2,40, geb. M 3,20. II. Dynamische Elektrizität. Mit 84 Figuren. 218 S. M 3,—, geb. M 3,80. Berlin, Julius Springer, 1905.

Das Werkchen, seit dessen erstem Erscheinen mehr als zehn Jahre verflossen sind, hat sich in dieser Zeit als ein vorzüglicher didaktischer Ratgeber in der Hand des Lehrers bewährt und an

seinem Teil nicht unerheblich zur Umgestaltung des Unterrichts in der Elektrizitätslehre beigetragen. Die neue Auflage ist in mannigfacher Hinsicht verbessert und bereichert. Von Interesse ist u. a., daß sich statt der Ausdrücke „elektrischer Zustandsgrad“ u. s. w. dem Verfasser seither der Ausdruck „Elektrisierungsgrad“ als der zweckmäßigste erwiesen hat, und, daß er auch von den Schülern fast einstimmig als der verständlichste erklärt wurde. Einige wesentlichere Änderungen in I betreffen die Influenzversuche, die Kapazitätsmessung und die Verstärkungszahl des Kondensators. In Band II sind neu aufgenommen das Modell des Solenoidgalvanoskops, ein sechsfaches Manometer zur Vergleichung von Drahtwiderständen, die Widerstandsmessung von Drähten nach der Nullmethode, der Panteniussche Kohärer für Funkentelegraphie, die Lebedewsche Skala der Wellenlängen, die Grimsehsche zerlegbare Tangensbussole und deren Eichung. Auch im übrigen ist den Fortschritten, die die Methodik im letzten Jahrzehnt gemacht hat, sorgfältig Rechnung getragen worden, so daß das Werk von neuem aufs wärmste empfohlen werden kann.

P.

Physikalische Demonstrationen. Anleitung zum Experimentieren im Unterricht an Gymnasien, Realgymnasien, Realschulen und Gewerbeschulen. Von Adolf F. Weinhold. 4. verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 4 Tafeln und gegen 600 Figuren. Leipzig, Quandt & Händel, 1905. 987 S. M 27,—.

Die neue Auflage des bewährten Werkes weist nur wenige größere Zusätze auf, nämlich die Beschreibung einer Boysschen Drehwage für den Nachweis der Gravitation, eines Pendelapparates nach Odstrcil (diesem, nicht Alfred M. Mayer gebührt die Priorität) zum Nachweis des Coulombschen Gesetzes für die Elektrizität und endlich eine ausführliche Zusammenstellung von Wechselstrom- und Drehfeldversuchen, bei denen u. a. auch ein Wechselstromgalvanoskop zum Nachweis des Wechsels von Stromstärke und Stromrichtung bei großer Wechselzahl sowie ein Einphasenmotor beschrieben sind. Mancher wird wohl eine ausgedehntere Berücksichtigung der seit der letzten Auflage (1899) erschienenen Veröffentlichungen erwartet haben; indessen ist das Buch gerade durch die Beschränkung, die der Verfasser sich auferlegt hat, seiner ursprünglichen Eigenart am besten treu geblieben, die darin bestand, daß es ein genaues Bild von der Tätigkeit eines vielerfahrenen und unermüdlich seinen Unterricht dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik anpassenden Experimentators gibt, während auf Vollständigkeit der Übersicht über die brauchbaren experimentellen Hilfsmittel verzichtet wird. Durch die Wahl kräftigerer Buchstabentypen hat die Verlagshandlung die Ausstattung des Werks aufs willkommenste verbessert.

P.

Warum und Weil. Von Otto Ule. Fragen und Antworten aus den wichtigsten Gebieten der gesamten Naturlehre. Für Lehrer und Lernende in Schule und Haus methodisch zusammengestellt. I. Physikalischer Teil. 9. vollständig umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage. Von Rektor Carl Andreas. Mit 125 Holzschnitten. Berlin, Klemanns Verlag Leonor Krakau, 1904. 288 S. M 3,50.

Das Buch ordnet den populären physikalischen Stoff in der Form von Fragen und Antworten an. Dabei ist das Gezwungene, das einer derartigen Schematisierung der Darstellungsform anzuhafte pflegt, meist durch eine glückliche Fragestellung vermieden. Die Fragen können vielfach auch für den Unterricht als Wiederholungsfragen oder als Denkaufgaben verwandt werden. Weniger befriedigend sind manche Antworten (so 234, 485), unzutreffend mehrere Figuren (80, 82, 83). Für den Zweck der volkstümlichen Belehrung erscheint das Buch durch seine im ganzen leichtverständliche Fassung wohlgeeignet.

P.

Jahrbuch der Chemie. Bericht über die wichtigsten Fortschritte der reinen und angewandten Chemie. Herausgegeben von Richard Meyer, Braunschweig. XIV. Jahrgang 1904. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1905. XII u. 589 S. geb. M 15,—.

Mit nur geringer Verzögerung tritt das altbewährte Jahrbuch wieder vor die Öffentlichkeit. Der Kreis der Mitarbeiter ist unverändert geblieben, nur ist an Stelle des verstorbenen Guido Bodländer als Bearbeiter der „physikalischen Chemie“ Prof. A. Coehn in Göttingen eingetreten. Es ist unmöglich, in Kürze einen Begriff von dem erstaunlich umfangreichen Material zu geben, das hier auf verhältnismäßig knappem Raume bewältigt ist. Nur auf ein paar Einzelheiten sei aufmerksam gemacht, um zu zeigen, wie zuweilen die Angaben unmittelbar auch für den Unterricht verwertet werden können; so wurde von J. Dewar von neuem die Dichte des festen Wasserstoffs zu 0,0763 bei einer Temperatur von $-259,9^{\circ}$, die des festen Sauerstoffs dagegen zu 1,4256 bei $-252,5^{\circ}$ bestimmt, während Moissan die Dichte des Fluors zu 1,31 — in Übereinstimmung mit dem theoretischen Werte 1,316 — neu bestimmte, wodurch seine frühere Angabe über anormale Dichte dieses Elementes hinfällig wird. Das Jahrbuch sei von neuem der allgemeinen Beachtung empfohlen. O.

Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Dr. Ernst von Meyer, o. Prof. d. Chem. a. d. Techn. Hochschule Dresden. 3. Aufl. Leipzig, Veit, 1905. XV u. 576 S. M 11,—.

Die Stoffanordnung sowie die Grundsätze, nach denen das vorliegende wertvolle, von reicher Sachkenntnis zeugende Werk bearbeitet ist, wurden bereits in dieser Zeitschrift (*VIII 379*) eingehend besprochen. In der neuen Ausgabe haben verschiedene Abschnitte gemäß den riesenhaft anwachsenden Forschungsergebnissen eine Umarbeitung bzw. Ergänzungen erfahren, beispielsweise finden sich auch die Radioaktivität und die neueren Untersuchungen über die Gärungserscheinungen berücksichtigt. Bei Gelegenheit der mit Magnesium ausgeführten Reduktionsversuche Cl. Winklers hätte auch der Versuche Gattermanns Erwähnung geschehen können. Bei der steigenden Wertschätzung, die man der geschichtlichen Entwicklung der Chemie auch bezüglich der Darstellung in den Lehrbüchern für Mittelschulen zollt, sei auf das Erscheinen des vorliegenden Buches als eines Informationsschatzes besonders hingewiesen.

O.

Männer der Wissenschaft. Eine Sammlung von Lebensbeschreibungen zur Geschichte der wissenschaftlichen Forschung und Praxis. Herausgegeben von Dr. Julius Ziehen-Berlin. Heft 2: R. W. Bunsen, von W. Ostwald. Leipzig, W. Welcher, 1905. 40 S. M 1,—.

Die neue Sammlung will in kurzumrissenen Lebensbildern hervorragende Einzelmomente aus der Geschichte der wissenschaftlichen Forschung und Praxis vorführen. Die Anlage des Ganzen ist eine sehr breite, sich keineswegs auf die Naturwissenschaften beschränkende, wie aus den Namen folgender Männer, deren Lebensgeschichte z. T. schon bearbeitet, z. T. in Vorbereitung ist, ersehen werden kann: J. F. Herbart, Fr. W. Dörpfeld, Otto Jahn, J. J. Winkelmann, W. v. Siemens, F. G. Gauß u. a. Was das vorliegende Heft betrifft, so war der Verfasser als Herausgeber der „Gesammelten Abhandlungen von Robert Bunsen“ in besonderem Maße in der Lage, die Triebkräfte, die zur Hervorbringung so herrlicher Früchte führten, zu überschauen und in ihrem Wesen zu kennzeichnen. Es ist ihm dies in vorzüglicher Weise gelungen, beispielsweise die Auffindung der spektralanalytischen Methode durchlebt man geradezu noch einmal. Das Eigentümliche der Forschungsart wie des persönlichen Charakters Bunsens tritt in gleich plastischer Weise hervor. Die Schrift ist der allgemeinen Beachtung zu empfehlen, insbesondere erscheint sie auch als geeignet, in der studierenden Jugend die Begeisterung für echte naturwissenschaftliche Forschung zu wecken.

O.

Moderne Chemie. Von Sir William Ramsay. I. Teil. Theoretische Chemie. Ins Deutsche übertragen von Dr. M. Huth, Chemiker bei Siemens & Halske, Wien. Halle, W. Knapp, 1905. 146 S. M 2,—.

Wir haben es hier mit einer Arbeit zu tun, in der die wichtigsten Grundgesetze und zurzeit geltenden theoretischen Anschauungen — wie die Gesetze über das Verhalten der Gase, über osmotischen Druck, Dissoziation, Allotropie, Isomerie, Energie — mit großer Klarheit und in zumeist eigenartiger Form zum Ausdruck gelangen; zuweilen, z. B. in den thermochemischen Ausführungen, wäre wohl etwas mehr Ausführlichkeit erwünscht — die „theoretische Chemie“ umfaßt nur 146 ziemlich kleine Seiten — doch hat gerade auch die Knappheit ihre Vorzüge und läßt gleichfalls die geschickte Hand des genialen Forschers zur Geltung kommen. Bei jedem neuen derartigen Werk müssen wir in dieser Zeitschrift, abgesehen von der Beurteilung von einem allgemeineren Standpunkt aus, noch die besondere Unterfrage stellen: was bietet das Werk für den chemischen Mittelschulunterricht, was können wir hinsichtlich der weiteren Ausbildung der Methode von ihm lernen? Da ist zunächst bemerkenswert, mit welcher Unbefangenheit zuerst das Atomgewicht des Wasserstoffs als Einheit eingeführt und das des Sauerstoffs als 16 mal so groß hingestellt wird (S. 17). Der didaktische Gewinn bei solcher Darstellung ist zweifellos, und es erscheint sehr erwägenswert, ob es nicht für den ganzen Mittelschulunterricht vorzuziehen ist, die Wasserstoffeinheit wieder in ihre alten Rechte einzusetzen, allerdings mit dem ausdrücklichen und wiederholten Hinweis, daß man sich bei dem Aufstellen des Verhältnisses 1:16 einer kleinen Ungenauigkeit schuldig macht; das „Umlernen“, dem sich der später Chemie Studierende zu unterziehen hat, wäre in diesem Falle doch nur von ganz untergeordneter Bedeutung. Bemerkenswert ist ferner die feine Behandlung des historischen Moments, namentlich im ersten der sieben Kapitel. Auch hierin kann das Buch vielfach vorbildlich wirken, wenngleich nicht verkannt werden soll, daß in dieser Beziehung vieles in den neueren Lehrbüchern besser geworden ist. Ferner ist der Atomhypothese derjenige Einfluß auf die Darstellung eingeräumt, der ihr nach der ganzen historischen Entwicklung der Chemie gebührt. Andererseits gelangt auch die Ionentheorie voll zu ihrem Recht. Auch sonst, z. B. auch hinsichtlich des periodischen Systems der Elemente, enthält das Buch noch manches in methodischer Hinsicht Wertvolle. Nur die illustrative

Seite muß als dürftig bezeichnet werden — man zählt im ganzen nur 9 Figuren. Wenn auch das Buch — dem ein begründendes Vorwort fehlt — nicht darauf berechnet ist, in elementarer Weise in die Chemie überhaupt erst einzuführen, so hätten doch zweifellos manche Abschnitte, z. B. über die osmotischen Erscheinungen, durch anschauliche Beigaben sehr gewonnen. Wie belebten beispielsweise seinerzeit die charakteristischen Figuren in Hofmanns „Einleitung in die moderne Chemie“ die Darstellung! Hierdurch soll jedoch der Wert des Ganzen nicht geschmälert werden. Das Buch, das sich auch durch einen geringen Preis auszeichnet, sei vielmehr der Beachtung warm empfohlen. Man kann gespannt sein, in welcher Form die übrigen Teile der Chemie zur Darstellung gelangen werden. O.

Thermodynamik. Von W. Voigt. II. Bd. Leipzig, G. J. Göschensche Verlagsbuchhandlung, 1906. geb. M 10,—.

Dem in dieser Zeitschr. XVII 369 angekündigten 1. Bande ist nunmehr der 2. Band gefolgt, und damit ist dieses bedeutsame Werk zum Abschluß gekommen. Der 2. Band enthält die Anwendungen der im ersten Bande abgeleiteten allgemeinen Gleichungen auf thermisch-chemische und thermisch-elektrische Erscheinungen. Die ersteren werden eingeteilt in Systeme mit einer und mit mehreren Komponenten. Aus der Energie- und Entropiefunktion wird der Begriff des Potentials und der Potentialfläche abgeleitet. Gleichgewichte verschiedener Phasen werden dann dargestellt durch die Schnittlinien der Potentialflächen. Dieses Beispiel zeigt, daß sich das Werk der deduktiven Darstellung bedient. Es genießt in hohem Maße alle Vorzüge derselben, besonders Strenge der Beweisführung und logische Verknüpfung der Tatsachen, ist daher aber nur für denjenigen Leser leicht verständlich, der mit der abstrakten mathematisch-physikalischen Denkweise völlig vertraut ist. Wie im ersten Bande finden sich auch im zweiten vielfache technische Anwendungen; so wird z. B. die Theorie der Dampfmaschine, der Dampfkältemaschine und der Explosionsmaschine in einem eignen Kapitel abgehandelt. Aus dem übrigen reichhaltigen Inhalt seien besonders die Kapitel über Verdampfung und Sublimation, über die Einwirkung von kapillaren und elektrischen Kräften auf das Gleichgewicht zwischen Dampf und Flüssigkeit, die van der Waals'sche Theorie, die Phasenregel etc. hingewiesen. Der letzte Teil des Werkes behandelt die Anwendung der thermodynamischen Grundgleichungen auf Pyro- und Piezoelektrizität, den Peltier- und Thomsonscheffekt und die Strahlungserscheinungen. O. Sackur.

Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie in zwei Bänden von F. P. Treadwell, Prof. am Polytechnikum Zürich. II. Band. Quantitative Analyse. Mit 108 Abbildungen. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1905. X und 604 S. M 11,—.

In zwei Jahren ist die zweite Auflage des „quantitativen Treadwell“ vergriffen worden, das beste Zeichen für die Vortrefflichkeit des Buches! Die dritte Auflage ist um einige neue, vom Verf. durchgearbeitete Methoden vermehrt worden, die z. B. die schwierige Trennung von Sb und Sn, die Bestimmung von S und C im Eisen und Stahl zum Gegenstand haben. Andere Methoden sind ein wenig modifiziert und durch neue Beleganalysen erläutert worden. Von neuen Apparaten, die abgebildet sind, sei auf den Apparat zur Herstellung luftfreier Kohlensäure etc. hingewiesen. Zu begrüßen ist es, daß Treadwell nicht mehr wie in der vorigen Auflage (cf. Jahrgang XVI, S. 316) nach Mohrschen Kubikzentimetern rechnet, sondern in der Maß- und in der Gasanalyse die „wahren“ Kubikzentimeter benutzt. Bei der großen Beliebtheit der Treadwellschen Lehrbücher ist damit auf dem Wege zur Einheitlichkeit und Wissenschaftlichkeit ein guter Schritt vorwärts getan. Erfreulich, wenn auch weit unwichtiger, ist es, daß Treadwell die Orthographie mancher Elemente berichtigt hat (z. B. Baryum statt des barbarischen Bariums in der vorigen Auflage). Die Anlage des Buches ist dieselbe geblieben; so sei auch die dritte, in der Tat verbesserte und vermehrte Auflage des Buches allen, die analytische Chemie treiben oder lehren, auf das wärmste empfohlen. W. Roth.

Einführung in die qualitative chemische Analyse. Vornehmlich zum Gebrauche für landwirtschaftliche Unterrichtsanstalten. Von M. v. Schmidt, Dozent an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. 2. Aufl. Leipzig u. Wien, F. Deuticke, 1905. 104 S. nebst Tabellen. M 3,—.

Die vorliegende, in dieser Zeitschr. noch nicht angezeigte Einführung in die Analyse gibt in zwei Hauptabschnitten das „Verhalten der Metalle gegen Reagentien“ (S. 15—54), desgleichen das der Nichtmetalle (S. 55—85) in etwas ausführlicherer Form, als dies sonst in Büchern ähnlicher Bestimmung üblich ist. Die eigentliche Analyse wird in Form einer Kombination von tabellarischer Übersicht und erläuterndem Text geboten, die sich nach Angabe des Verf. als besonders erfolgreich erwiesen hat. Die neue Ausgabe ist noch durch einen Abschnitt „Analyse einfacher Körper“ bereichert. Im übrigen enthält das Buch noch Belehrungen aus der allgemeinen Chemie, die sonst dem Lehrbuch vorbehalten werden, die aber infolge ihrer besonderen Schriftart die Übersichtlichkeit

durchaus nicht stören. Das Buch verdient auch über den engeren Zweck hinaus Beachtung, nur möge man darin nicht, etwa verleitet durch den Titel, Reaktionen oder Versuche mit organischen Stoffen vermuten — es behandelt ausschließlich anorganische Körper. O.

Lehrbuch der anorganischen Chemie von J. Lorscheid. 16. Aufl. von Dr. F. Lehmann, Oberl. am Realg. zu Siegen i. W. Freiburg i. B., Herder, 1904. 325 S. M 3,60, geb. M 4,20.

Die neue Ausgabe weist gegenüber der vorigen, in dieser Ztschr. (XVI 123) besprochenen erhebliche Verbesserungen auf. Die in der damaligen Besprechung beanstandete „Einleitung“ erscheint z. T. nach den dort ausgesprochenen Wünschen umgearbeitet, ist vor allem auch stark gekürzt; die frühe Einführung der Elektrolyse (S. 3) würden wir noch gern missen. Die vielfachen Änderungen und Ergänzungen zeugen von dem Eifer, mit dem der Herausgeber bemüht ist, das Buch den modernen Anforderungen entsprechend zu gestalten, nur ist zu wünschen, daß dem Beibringen neuen Materials noch stärkere Kürzungen das Gleichgewicht hielten. Die zweite Schriftart, die bei den Versuchen, technischen Beschreibungen u. s. w. in so reichem Maße verwendet wird, ist so klein, daß wir sie im Interesse der Schüler ernstlich beanstanden müssen. O.

Die Elemente der Chemie und Mineralogie. Leitfaden für den chemisch-mineralogischen Kursus des Gymnasiums, der Realschule, des Seminars und der höheren Töchterschule. Methodisch bearbeitet von Dr. Heinrich Bork. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage, herausgegeben von G. Klepsch. Mit 72 Holzschnitten. Paderborn, Ferdinand Schöningh, 1905. 110 S. Kart. M 1,20.

Das Büchlein ist gegen die vorhergehende Auflage durch die Einführung der modernen Bezeichnungswiese für gewisse Stoffe (wie Schwefeldioxyd u. s. w.) sowie durch eine Reihe anderer Änderungen, die den Umfang und die Eigenart des Leitfadens aber nicht beeinflußt haben, verbessert worden. P.

Die wichtigsten Versuche des chemischen Anfangsunterrichts. Von Dr. R. Schreiber, Oberl. am K. G. zu Cassel. Halle, H. Schrödel, 1904. 112 S. M 1,80.

Das Büchlein will eine Anleitung „zur Ausführung chemischer Versuche unter Berücksichtigung besonders einfacher Schulverhältnisse“ bieten, ferner auch dem experimentierenden Schüler zu Hilfe kommen. Es erinnert in mancher Hinsicht an Rosenbergs Experimentierbuch für den Elementarunterricht in der Naturlehre (diese Ztschr. XII 51, XIII 53), ohne jedoch alle Vorzüge dieses Buches zu teilen. Die neueren vielfachen Verbesserungen, die die chemischen Fundamentalversuche erfahren haben, sind wenig oder gar nicht berücksichtigt. Die auf den letzten sechs Seiten gebotenen einfachen Versuche mit organischen Stoffen, z. B. Fetten und Kohlehydraten, hätten eine etwas weitergehende Behandlung verdient, stellen aber auch so den wertvolleren Teil des Buches dar. O.

Programm-Abhandlungen.

Über elektrische Stromlinien und verwandte Versuche zur Elektrizitätslehre. Von Dr. H. Lüdtkke. 20 S. und 43 Figuren auf zwei Tafeln. Altona, Realgymnasium, Ostern 1905. Pr.-Nr. 340.

Die Abhandlung enthält I. Versuche zur Beantwortung der Frage, ob die Elektrizität durch das Innere eines Leiters oder an der Oberfläche desselben fließt. Der Verfasser polemisiert gegen die übliche Auffassung, daß Schwingungen hoher Frequenz nur an der Oberfläche verlaufen, und führt Versuche an, die dieser Auffassung widersprechen. Es folgen dann II. Versuche über Leitfähigkeit, III. Versuche über elektrische Stromlinien mit Hilfe des Starkstromanschlusses, IV. Demonstration der elektrischen Kraftlinien nach anderer Methode. Ein weiterer Abschnitt behandelt Anwendungen und Anknüpfungen, so die Demonstration des Wechsel- und Drehstroms mit Hilfe von Flüssigkeitswiderständen, den Schluß bilden Versuche mit den Vorwärmspiralen der Nernstlampen. P.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Thermoelektrizität, Teil III. Von der Mitte des vorigen Jahrhunderts bis zur Neuzeit. Beiträge zur Geschichte der Physik von Streit. 104 S. und eine Übersichtstabelle. Realschule zu Wittenberge, Ostern 1905. Pr.-Nr. 156.

Die Abhandlung bietet wie die früheren (vergl. d. Zeitschr. XVII 254) sorgfältige Auszüge aus den Originalarbeiten einer großen Zahl von Forschern und liefert damit ein schätzbares Material für eine künftige Geschichte des Gebiets. Die Arbeiten sind eingeteilt in Untersuchungen über das Verhalten a) der Metalle, b) der Legierungen und Amalgame, c) der Elektrolyte. In einem Anhang werden noch die Arbeiten über Anwendung und Wirksamkeit der Thermolemente und Thermosäulen behandelt. P.

Die Lehre von den Lösungen im chemischen Unterrichte der Oberklassen. Von Dr. Cäsar Schäffer. Programm der O.-R.-S auf der Uhlenhorst in Hamburg. 1904. 42 S.

In den einleitenden Bemerkungen vertritt der Verfasser die nach der Meinung des Ref. durch- aus richtige Ansicht, daß man den chemischen Schulunterricht durch nichts mehr zu heben vermöge als durch Zurückdrängung des Spezialwissens, soweit es nicht die notwendige Grundlage des Allgemeinwissens bildet, und durch eine weitergehende Berücksichtigung der Ergebnisse, welche die physikalisch-chemische Forschung in den letzten beiden Jahrzehnten gezeitigt hat. Er entwickelt daher in leicht verständlicher Weise — die Programmarbeit ist aus seinen Unterrichtsheften hervor- gegangen — die van 't Hoff'sche Theorie der Lösungen und die Theorie der elektrolytischen Disso- ziation und zeigt, wie sich auf Grund des Kohlrausch'schen Gesetzes und der Hittorf'schen Über- führungszahlen die Ionenbeweglichkeiten ermitteln lassen. Auch das Massenwirkungsgesetz wird elementar nach dem Vorgange von Nernst abgeleitet und zu Erörterungen über das elektrolytische Gleichgewicht, über die Beeinflussung des Dissoziationsgrades durch gleichionige Zusätze, über Fällungsreaktionen u. s. w. benutzt. Es folgen dann Betrachtungen über die zusammengesetzten Ionen (gebräuchlicher und richtiger ist die Bezeichnung komplexe Ionen, da auch $(\text{NO}_3)'$, $(\text{SO}_4)''$, $(\text{NH}_4)'$ zusammengesetzt sind), über Änderung der Ionenladungen bei demselben Elemente und ein Abschnitt über die osmotische Theorie der Stromerzeugung. Die Abhandlung kann zur Einführung in die modernen Ansichten über Lösungen und die sich in ihnen vollziehenden Reaktionen auf das beste empfohlen werden.

Böttger.

Unsere Nahrung und Ernährung in chemischer und physiologischer Beziehung. Von Prof. Dr. Ruob, K. G. in Cannstatt, 1905. Progr.-Nr. 702. 16 S.

Die kurzgefaßte Abhandlung ist aus dem chemischen Unterricht an einem württembergischen Gymnasium hervorgegangen. Der Verf. tritt dafür ein, daß an die Behandlung von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff ein näheres Eingehen auf die Nahrungsmittel und die Ernährung anzuschließen sei. Es sei hier davon abgesehen, daß sich die Ausführungen des Verf. nicht auf die Verhältnisse an preußischen Gymnasien — wo dem chemischen Unterricht ein zu kärglicher Raum zugemessen ist — übertragen lassen; sie sind aber für die anderen Schulgattungen von Wert. Mit Recht wird im An- fang der Nutzen eines frühzeitigen Eingehens auf thermochemische Gleichungen hervorgehoben und kurz begründet. Es werden sodann die Nahrungsmittel nach ihrer chemischen Zusammensetzung und physiologischen Verwertung behandelt; insbesondere werden Bestimmungsmethoden für Fette, Kohle- hydrate und Eiweiß auf einfacher experimenteller Basis angegeben. Treffend wird u. a. auch der Zusammenhang zwischen zu leicht verdaulicher Kost und Nervosität dargelegt. Den Beschluß bilden 20 Versuche einfachster Art — über Brennbarkeit der Kohlehydrate und Fette, über die Eigenschaften und die Umwandlungen der Stärke, über die Bestandteile der Milch, über Gärung und den Nachweis von Eiweiß. Bei dem mittels Fehling'scher Lösung geführten Nachweis, daß Stärke durch Speichel in Zucker übergeführt wird (S. 15), vermißt man den charakteristischen Parallelversuch, daß nach der Einwirkung des Ptyalins auf die Stärke die Jodreaktion nicht mehr eintritt. Im übrigen sind die Versuche dadurch wertvoll, daß sie mit genauen Maßangaben versehen sind. Die sorgfältige Arbeit, die in ihrem Hauptteil (S. 5—12) in der Form eines Festvortrages geboten wird, sei der Beachtung angelegentlich empfohlen.

O.

Versammlungen und Vereine.

77. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Meran.

Vom 24.—30. September 1905.

A. Verhandlungen über die Unterrichtsfrage (Fortsetzung).

Aus dem Bericht über den Unterricht in der Chemie nebst Mineralogie, der Zoologie nebst Anthropologie, der Botanik und der Geologie an den neunklassigen höheren Lehranstalten¹⁾.

Für den Unterricht in der Chemie nebst Mineralogie sind als Mindestmaß je zwei Wochen- stunden von der Untersekunda bis zur Oberprima angenommen; die biologischen Fächer Zoologie nebst Anthropologie und Botanik sind zusammen mit der auf der obersten Stufe zu behandelnden

¹⁾ Wir beschränken uns hier im wesentlichen auf den Abdruck der Teile des Berichts, die sich auf Chemie, Mineralogie und Geologie beziehen. In betreff des übrigen verweisen wir auf die im Buch- handel (bei B. G. Teubner) erschienene Ausgabe des gesamten Berichtes.

Geologie gemäß der These 7 der Hamburger Beschlüsse mit je zwei Stunden durch alle Klassen durchgeführt gedacht.

Indem die Kommission für die genannten Lehrfächer die Wiederherstellung einer Stundenverteilung empfiehlt, wie sie bereits an der Realschule I. O., der neunklassigen Realanstalt von 1859, bestanden hat, wurde sie von der Überzeugung geleitet, daß für das Verständnis der modernen Kultur neben der Physik auch der Chemie und namentlich den biologischen Wissenschaften eine ausgiebige Berücksichtigung im Lehrplane der höheren Schulen gebührt, der Chemie als der grundlegenden Wissenschaft von den die gesamte uns umgebende Welt zusammensetzenden Stoffen, der seit den letzten 50 Jahren so mächtig aufgeblühten Biologie insbesondere als der Wissenschaft vom Leben, von den Erscheinungen, den Gesetzen und der Geschichte der organischen Welt, die auch den Menschen selbst als integrierenden Bestandteil einschließt und das menschliche Interesse in vielseitigster Weise berührt. Ein Verständnis für diese Beziehungen anzubahnen und zugleich das Beobachtungsvermögen an den konkreten Naturgebilden zu üben, erscheint der Kommission als eine unerläßliche, weil durchaus eigenartige und durch andere Mittel nicht erreichbare Ergänzung der bisher im Lehrplane unserer höheren Schulen allzusehr in den Vordergrund gerückten Pflege der abstrakten und sprachlich-historischen Unterrichtsfächer.

Zur Erreichung dieses Zieles darf der biologische Unterricht nicht auf die Unter- und Mittelklassen beschränkt bleiben, sondern er verlangt für seine allgemeineren Ausblicke ohne Frage ein gereifteres Schülermaterial. Auch können in formaler Hinsicht die durch den empirischen Charakter dieses Unterrichts gegebenen Vorzüge naturgemäß erst dann zur vollen Geltung kommen, wenn eine hinreichende Zeit für die Schulung in den naturwissenschaftlichen Methoden zur Verfügung steht.

Dabei gilt es als selbstverständliche Voraussetzung, daß der Unterricht in den hier behandelten naturwissenschaftlichen Gebieten die Pflege der Anschauung als seine wichtigste Aufgabe betrachtet. Zu diesem Zwecke bietet die Chemie auf allen Gebieten durch den planvoll angelegten Versuch, die Biologie und Geologie vorzugsweise durch die Beobachtung der in ständigem Wechsel begriffenen, den Menschen umgebenden Natur die ausgiebigste Gelegenheit.

Von der Beschreibung und Vergleichung der beobachteten Tatsachen soll der Unterricht zu logischer Begriffsbildung, zu systematischen Zusammenfassungen und zur Ableitung allgemeiner Gesetze fortschreiten.

Metaphysischen Spekulationen bietet der Schulunterricht keinen Raum. Dagegen wird er nicht versäumen, an geeigneten Problemen eine Anleitung zu geben, Tatsachen der Erfahrung von Hypothesen und Theorien zu unterscheiden, denen (wie der Atom-, Molekular-, Ionen- und Entwicklungstheorien u. a.) trotz ihres großen heuristischen Wertes für den Fortschritt der Wissenschaft ihrer Natur nach nur ein höherer oder geringerer Grad von Wahrscheinlichkeit innewohnt, und in deren Beurteilung die Ansichten der Forscher selbst oft weit auseinandergehen.

Wie der wissenschaftlichen Erkenntnis, ist auch dem ethischen und ästhetischen Empfinden namentlich bei Betrachtung der organischen Naturgebilde eine sorgfältige Pflege zu widmen.

Verteilung des Unterrichtsstoffes in Chemie nebst Mineralogie. Für den Unterricht in der Chemie erschien es notwendig, einen kurzen vorbereitenden Kursus in die Untersekunda zu verlegen, durch den die Schüler einen Einblick in die Methoden zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung erhalten und die wichtigsten allgemeinen Gesetzmäßigkeiten auf Grundlage zweckmäßig angestellter Versuche kennen lernen sollen.

In dem Kursus der Oberstufe handelt es sich namentlich um die systematische Ordnung des Lehrstoffes, um Zusammenstellung der Grundstoffe nach dem System und um Herleitung und Zusammenfassung der in Betracht kommenden Gesetze.

Die anorganische Chemie ist auf die Klassen Obersekunda und Unterprima verteilt, wobei auch der bisher stark vernachlässigten Mineralogie ein breiterer Spielraum gewährt wurde. Außer bei Besprechung des natürlichen Vorkommens der Grundstoffe soll sie als Abschluß des anorganischen Teils in der Unterprima im Zusammenhange behandelt werden und bildet hier zugleich eine Vorbereitung für den in der Oberprima stattfindenden geologischen Kursus. Es bleibt dabei der freien Wahl des Lehrers vorbehalten, die Petrographie bereits im mineralogischen oder erst im geologischen Pensum zu behandeln, wie es überhaupt vorausgesetzt ist, daß die besonderen Verhältnisse des Heimatortes für die Ausgestaltung des Unterrichts im einzelnen in Betracht zu ziehen sind. In einer mineralreichen, bergbautreibenden Gegend wird man beispielsweise dem mineralogischen Unterrichte wie den geologischen Beobachtungen eine größere Berücksichtigung zuteil werden lassen als anderswo.

Der organischen Chemie ist eine der bisherigen gegenüber erweiterte Behandlung im Lehrplane der Oberprima zuteil geworden, nicht nur wegen der hohen technischen und wirtschaftlichen

Bedeutung ihrer Produkte und ihrer nahen Beziehung zu vielen biologischen Fragen, sondern auch wegen ihrer Wichtigkeit für die allgemeinen theoretischen Anschauungen, insbesondere über den Zusammenhang der chemischen Zusammensetzung und des physikalischen Verhaltens der Stoffe.

Um der Biologie zu einem mit zwei wöchentlichen Stunden durch alle Klassen fortlaufenden Unterrichte zu verhelfen, wie er auf der früheren Realschule I. O. bestanden hat, glaubten die Vertreter der Chemie auf die dritte ihnen nach den preußischen Lehrplänen in den Oberklassen der Oberrealschule zustehende Unterrichtsstunde verzichten zu dürfen, und zwar namentlich in der Erwartung, daß beide Fächer in hergebrachter Weise in einer Hand vereinigt bleiben, und daß für zusammenhängende praktische Schülerübungen auf andere Weise Raum geschaffen wird.

Geologie. Die Geologie ist dem Sommerhalbjahre der Oberprima zugewiesen. Den Ausführungen unseres Entwurfes ist im wesentlichen der Lehrgang zugrunde gelegt, der auf Antrag des Herrn Geh.-Rat v. KOENEN die Billigung des Vorstandes der Deutschen Geologischen Gesellschaft gefunden hat. (Abgedruckt in den Monatsberichten der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1905, Nr. 3, S. 157 ff.) Zur Erledigung des in dem Lehrplane aufgestellten Pensums würde der Zeitraum eines Sommerhalbjahres nicht ausreichen. Der Plan ist in der Weise zu verstehen, daß ein großer Teil der Fragen aus der allgemeinen Geologie schon in den mittleren Klassen durch Beobachtungen auf gemeinschaftlichen Ausflügen und im Anschluß daran im naturwissenschaftlichen und geographischen Unterrichte vorbereitet wird, und daß auch die Paläontologie in dem vorhergegangenen biologischen Unterrichte eine Grundlage findet. Eine systematische Zusammenfassung kann mit Erfolg erst auf der obersten Stufe eintreten, da das Verständnis geologischer Vorgänge Kenntnisse aus allen übrigen Teilen des naturwissenschaftlichen Unterrichts, insbesondere auch Kenntnisse aus der Mineralogie voraussetzt, die in der Unterprima zusammenhängend behandelt wird. Aus diesem Grunde bildet die Geologie unter Heranziehung allgemeiner Gesichtspunkte für den Unterricht in den hier behandelten Gebieten einen sehr geeigneten Abschluß.

Die nachfolgenden Lehrpläne sind auf den Umfang eines naturwissenschaftlichen Unterrichts berechnet, der mit Einschluß der Physik in den oberen Klassen sieben Wochenstunden in Anspruch nimmt und in dieser Ausdehnung zunächst nur für die neunklassigen Realanstalten in Betracht kommen kann.

In bezug auf die Gymnasien hält die Kommission grundsätzlich an dem Standpunkte fest, daß eine naturwissenschaftliche Bildung nach Maßgabe der anliegenden Lehrpläne auch für die Abiturienten dieser Anstalten zu fordern ist, zumal bei den herrschenden Verhältnissen, unter denen die humanistischen Anstalten an Zahl die realistischen in so hohem Maße übertreffen, die weit überwiegende Mehrzahl der Männer, die später in leitender Stellung auf die Gestaltung unseres öffentlichen Lebens Einfluß zu üben berufen sind, auf dem humanistischen Gymnasium vorgebildet wird.

Es wurde demgemäß von einer Seite befürwortet, trotz der entgegenstehenden Schwierigkeiten auch für diese Anstalten eine ausreichende Erhöhung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden zu beantragen, um den Schülern der oberen Klassen — ohne Schädigung der von dem Physikunterrichte zu erfüllenden Lehraufgabe — wenigstens ein bescheidenes Maß von Belehrungen aus den Gebieten der Chemie, Biologie und Geologie zuteil werden zu lassen. Indessen hat die Kommission von der Formulierung besonderer Vorschläge für die Verwirklichung dieser Forderungen abgesehen, sie beschränkt sich darauf, diesen durch die geschichtliche Eigenart des Gymnasiums bedingten Mangel als einen argen Mißstand offen zu kennzeichnen, und stellt den maßgebenden Instanzen die Entscheidung darüber anheim, ob im einzelnen Falle, wo durch das Vorhandensein eines fachmännisch gebildeten Lehrers die erste Vorbedingung hierfür erfüllt ist, Versuche mit einem erweiterten naturwissenschaftlichen Unterrichte im Sinne der nachfolgenden Lehrpläne auch an Gymnasien zu ermöglichen sind.

Lehrplan für Chemie nebst Mineralogie.

1. Vorbereitender Kursus. Untersekunda. Der propädeutische Kursus in der Untersekunda hat das Ziel, an zweckmäßig ausgewählten Beispielen einen Einblick in den chemischen Aufbau einiger allgemein bekannter Naturprodukte zu geben. Ebenso sollen die wichtigsten allgemeinen Gesetzmäßigkeiten aus den Erscheinungen hergeleitet, und auch die zu ihrer Erklärung aufgestellten Theorien (Atome und Moleküle) unter Benutzung der üblichen Zeichensprache in einer der Fassungskraft dieser Stufe angemessenen Form zum Verständnis gebracht werden.

Den Ausgangspunkt bildet die Betrachtung von Naturkörpern und Naturvorgängen. An die bereits in den biologischen Unterricht eingeflochtenen Betrachtungen über die Bedeutung der atmo-

sphärischen Luft für den Stoff- und Kraftwechsel der lebenden Wesen knüpfen sich nunmehr weitere Untersuchungen über das Wesen der Verbrennung sowie die Erklärung der Begriffe Oxydation und Reduktion, Element, Verbindung und Gemenge. Die weitere Besprechung des Wassers und einfacher Mineralien wie Schwefel, Bleiglanz, Schwefelkies, Kohle, Kalkspat, Kochsalz, Salpeter u. a. führt zu der Erklärung chemischer Begriffe wie Oxyd, Sulfid, Chlorid etc. und zu der Einteilung der chemischen Verbindungen in Säuren, Basen, Salze und indifferente Verbindungen. Die Auswahl ist so zu treffen, daß die in der Natur am häufigsten auftretenden Elemente in ihren wichtigsten Eigenschaften und Verbindungen schon auf dieser Stufe den Schülern bekannt werden.

Soweit es sich ermöglichen läßt, sollen von vornherein auch die quantitativen Verhältnisse nach Maß und Gewicht Berücksichtigung finden, insbesondere ist durch Einleiten eines chemischen Prozesses im geschlossenen Gefäß das Gesetz von der Erhaltung des Gewichts zur Anschauung zu bringen. Die zur Erklärung der konstanten Gewichtsverhältnisse dienende Atomtheorie wird in ihren elementarsten Grundzügen an geeigneter Stelle eingeschaltet. Die zu ihrer Erläuterung dienenden einfachen stöchiometrischen Rechnungen sind so zu wählen, daß das Ergebnis durch den Versuch bestätigt werden kann.

Der chemische Unterricht muß sich von Anfang an auf Beobachtung und planmäßig angestellte Versuche stützen, jedoch sind glänzende Experimente, die das Interesse vorweg nehmen, auf der Unterstufe zu vermeiden.

2. Systematischer Kursus. Es empfiehlt sich, den Unterrichtsstoff auf die drei von der Obersekunda bis zur Oberprima zur Verfügung stehenden Jahrgänge etwa in der Weise zu verteilen, daß der Obersekunda die Nichtmetalle und Leichtmetalle, der Unterprima die übrigen Metalle und ein kurzer Abriß der Mineralogie als Abschluß der anorganischen Chemie zugewiesen wird, während der Oberprima die organische Chemie und als allgemeine Wiederholung eine Zusammenfassung der Gesetze der allgemeinen Chemie vorbehalten bleibt.

Obersekunda. Demgemäß beginnt in der Obersekunda der Unterricht am zweckmäßigsten mit dem Wasserstoff. Die übrigen Elemente mit ihren wichtigsten Verbindungen würden in folgender Gruppierung zu besprechen sein: Halogene, Gruppe des Sauerstoffs, des Stickstoffs (nebst einem Ausblick auf die Edelgase), des Kohlenstoffs; die Metalle der Alkalien, der alkalischen Erden, die Gruppe des Magnesiums und des Aluminiums (Erdmetalle).

Unterprima: Der Unterprima verbleiben zunächst die übrigen Metalle, also die Gruppe des Eisens, des Chroms, des Zinns, des Kupfers und die Edelmetalle, wobei neben dem chemischen Verhalten auch die Beziehungen dieser Stoffe zur menschlichen Kultur hervorzuheben sind.

Daneben empfiehlt es sich, das zweite Halbjahr dieser Klasse zu einem zusammenhängenden Kursus der Mineralogie zu verwenden.

Die Mineralogie soll im chemischen Unterrichte von vornherein in der Weise berücksichtigt werden, daß bei der Besprechung der Grundstoffe die Schüler auch die häufigsten Mineralien kennen lernen, in denen sie in der Natur auftreten. Eine Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Mineralien und ihrer Kristallformen in systematischer Ordnung bildet nicht nur einen passenden Abschluß für die anorganische Chemie, sondern mit Rücksicht auf das natürliche Vorkommen, die Entstehung, Umwandlung und Zersetzung der Mineralien zugleich eine sehr erwünschte Vorbereitung für den in der Oberprima stattfindenden geologischen Kursus.

Oberprima. Der kurze Abriß der organischen Chemie in der Oberprima, der etwa auf ein Halbjahr berechnet ist, kann nicht den Zweck haben, einen systematischen Überblick über die Gesamtheit der Verbindungen des Kohlenstoffs zu geben, die an sich zahlreicher sind als die übrigen Verbindungen zusammengenommen, sondern er hat das Ziel, einige wichtige organische Stoffe, die entweder schon aus dem botanischen oder zoologischen Unterricht bekannt geworden sind oder von technischem oder volkswirtschaftlichem Standpunkte besonders wichtig erscheinen, in ihrem Aufbau und in ihren Eigenschaften vorzuführen und übersichtlich zu gruppieren. Aus diesem Grunde ist die Anlehnung an das System auch hier unentbehrlich. Die systematischen Kategorien, die bisher auf Säuren, Basen und Salze beschränkt waren, werden erweitert, und die Einsicht in den Zusammenhang von molekularem Bau und physikalischen Eigenschaften vertieft.

In dieser Hinsicht bietet die systematische Behandlung des Stoffes in der organischen Chemie eine vortreffliche Gelegenheit, die große Bedeutung der hypothetischen Anschauungen von dem molekularen Bau der Verbindungen hervortreten zu lassen. An geeigneten Beispielen läßt sich erläutern, wie die Annahme von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms und der räumlichen Anordnung seiner Valenzen, von der reihen- oder ringförmigen Verknüpfung der Kohlenstoffatome sowie überhaupt von der Art, Zahl und gegenseitigen Lage der das Molekül zusammensetzenden Atome nicht nur die große Anzahl der Kohlenstoffverbindungen und die Erscheinung der Isomerie zu erklären vermag, sondern sich auch

als heuristisches Prinzip für die Auffindung wissenschaftlich oder technisch wertvoller Verbindungen bewährt hat.

Für das Verständnis des Zusammenhanges von anorganischem und organischem Geschehen ist der Hinweis auf die Fortschritte der synthetischen Darstellung organischer Stoffe (Harnstoff, Zuckerarten, Alkaloide etc.) von besonderer Wichtigkeit.

Im Unterrichte wird es sich in Hinsicht auf die zahlreichen, aus nur wenigen Elementen aufgebauten Verbindungen zunächst darum handeln, die quantitativen Methoden (Elementaranalyse, Dampfdichte etc.) kennen zu lernen, die zur Ermittlung der Molekulargröße geeignet sind.

Der Stoff wird sich auf folgende Kapitel verteilen:

A. Methanderivate (aliphatische Verbindungen). Kohlenwasserstoffe (Reihen, natürliches Vorkommen, Petroleum), Alkohole (Holzgeist, Weingeist, Amylalkohol, Glycerin etc.), Aldehyde und Ketone, Säuren (ein- und mehrbasische), Alkoholsäuren, Äther und Ester, Fette und Seifen. Kohlenhydrate (einfache und zusammengesetzte) und deren Umwandlung. Gärung, Fermente, Katalyse. Nitroverbindungen und Amine. Eiweißstoffe.

B. Benzolderivate (aromatische Verbindungen). Kohlenwasserstoffe, Phenole, Aldehyde und Säuren, Nitro-, Amido-, Azoverbindungen (Farbstoffe). Terpene, ätherische Öle, Harze, Alkaloide.

Die Schüler sind durch einfache Versuche mit den Eigenschaften der ausgewählten Stoffe bekannt zu machen. Selbstverständlich kann es sich nur um elementare Belehrungen handeln, namentlich sind alle kompliziert zusammengesetzten Stoffe nur in ihrer technischen Bedeutung ohne Eingehen auf ihre Zusammensetzung und ihre Darstellung zu besprechen.

Die zweite Hälfte des letzten Schuljahres soll der Wiederholung der allgemeinen Gesetze und der zu ihrer Erklärung aufgestellten Hypothesen und Theorien gewidmet sein, die bereits dem systematischen Unterrichte an passenden Stellen eingeordnet sind, wo das Tatsachenmaterial zur Hervorkehrung von allgemeinen Gesichtspunkten besonders geeignet erscheint.

Hierher gehört zunächst die Aufstellung des natürlichen (periodischen) Systems der Elemente; das Gesetz von den konstanten und multiplen Proportionen und die zu ihrer Erklärung aufgestellte Atomtheorie, die Regel von Avogadro und die Elemente der physikalischen Chemie: die Theorie der Lösungen, der Parallelismus von Gasdruck und osmotischem Druck, die Osmose in ihrer Bedeutung für das Leben der Zelle und das organische Leben überhaupt; die Lehre von der elektrolytischen Dissoziation, die Ionentheorie in ihrer Anwendung auf Elektrolyse und qualitative Analyse.

Chemische Schülerübungen und technologische Besichtigungen. Innerhalb der in diesem Entwurfe der Chemie zugemessenen Zeit für zusammenhängende Schülerübungen ist kein Raum vorhanden, aber in Anbetracht ihrer Wichtigkeit für die Erziehung zur Selbsttätigkeit können besondere Übungsstunden (mit der Physik und Biologie abwechselnd) nicht entbehrt werden.

Die Arbeiten im chemischen Laboratorium würden damit beginnen, den Schüler in gewissen Handfertigkeiten zu üben, wie im Röhrenbiegen, Filtrieren, Dekantieren, Destillieren, Sublimieren, Kristallisieren, im Wägen und Messen u. dergl. Ferner würde es sich darum handeln, im Anschluß an den vorangegangenen Unterricht die Kenntnisse zu befestigen und zugleich die Beobachtungsfähigkeit zu schärfen. Dazu würde besonders die Herstellung einfacher anorganischer wie organischer Präparate unter Benutzung der Wage geeignet sein. Versuche, die sich sowohl auf die Trennung wie auf die Zusammensetzung von Stoffen beziehen.

Stöchiometrische Berechnungen sollen nur insoweit herangezogen werden, als sie das Verständnis für den quantitativen Verlauf der Vorgänge zu unterstützen vermögen. Die bisher vielfach beliebten ausgedehnten Rechenübungen, die nicht mit wirklich ausgeführten Versuchen im Zusammenhange stehen, sollten im chemischen Unterrichte völlig in Wegfall kommen.

Eine eigentliche Technologie liegt dem Schulunterricht fern. Indessen darf die Schule nicht achtlos an der volkswirtschaftlichen Bedeutung vorübergehen, die in der großartigen Entwicklung unserer heimischen chemischen Industrie gegeben ist. Wenn auch im allgemeinen nur an der Hand von guten Abbildungen und Modellen auf die technische Gewinnung der Stoffe in den Grundzügen hingewiesen werden kann, so wird man sich doch die Gelegenheit nicht entgehen lassen, die sich etwa zur Besichtigung von Fabrikanlagen (Gaswerk, Werkstätten für Metallverarbeitung, Glashütten, Gärungsgewerbe u. dergl.) darbietet, um in den Schülern ein auf Anschauung begründetes Verständnis dieser Seite der modernen Kulturentwicklung anzubahnen.

Lehrplan für die Geologie.

Oberprima. A. Allgemeine Geologie. 1. Wirkung des Wassers: Erosion und Abrasion, Ablagerung von gröberen und feineren Materialien: Geröll, Kies, Sand und Schlamm. Bildung von Kalkstein, Schiefer, Sandstein u. s. w. Verfestigung der losen Massen, Struktur und Mächtigkeit der-

selben. Süßwasser- und Meeresablagerungen, brakische und Deltaablagerungen, Gehalt an organischen Resten. Die chemischen Wirkungen des Wassers: Umwandlungen, Auslaugung (Höhlenbildung), Zersetzung und Verwitterung der Gesteine, Entstehung von Gips- und Steinsalzlagern, von Ackererde, Mergel, Lehm, Ton, Porzellanerde u. s. w.

Gletscherbildungen: Moränen, Norddeutsche Tiefebene.

Quellenkunde: Atmosphärische Niederschläge, Wassergebiet der Quellen, artesische Brunnen, Grundwasser. Verunreinigung durch anorganische und organische Stoffe. Stahlquellen, Solquellen u. s. w.

2. Die Tätigkeit des Windes: Dünen, Lößablagerung u. s. w.

3. Gesteinsbildende Tätigkeit der Pflanzen und Tiere: Torf, Braunkohlen, Steinkohlen, Korallenriffe, Muschelbänke u. s. w.

4. Vulkanische Erscheinungen: Entstehung der Erde. Aufbau des Erdballs aus Glutkern, Erdrinde, Wasser- und Lufthülle. Vulkane und deren Tätigkeit, Eruptivgesteine: Granit, Basalt, Lava, Tuff, Asche, Schlacken u. s. w. Heiße Quellen.

5. Gebirgsbildung: Veränderung der ursprünglichen Lagerung; Faltungen, Mulden, Sättel, Spalten und deren Ausfüllungen (Erze), Verwerfungen, Rutschungen. Hebung und Senkung des Bodens. Erdbeben. Gebirge, Abrasionsflächen, Schichtenebenen, Steilhänge, Gebirgsrücken, Täler. Gebirgsketten.

B. Elemente der historischen Geologie und Formationskunde: Leitfossilien. Geographische Verbreitung der Formationen.

C. Elemente der Paläontologie: Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt in den geologischen Perioden, insbesondere z. B. erstes Auftreten, größte Entwicklung bezw. Aussterben der Gefäßkryptogamen, der Nadel- und Laubhölzer, der Trilobiten, Ammoniten, Belemniten. Erstes Auftreten und Entwicklung der Fische, Saurier, Vögel und Säugetiere.

Regelmäßige *Schülerausflüge* bilden für den gesamten biologischen wie auch für den geologischen Unterricht eine notwendige Ergänzung, weil auf ihnen allein die Bodenverhältnisse der Heimat zur Anschauung gebracht und die Beziehung und die Abhängigkeit der Pflanzen- und Tierwelt zu und von ihrer Umgebung ungleich deutlicher vor die Augen geführt werden kann wie durch jede künstliche Anlage. . . Auch bilden die auf diesen Ausflügen gesammelten Beobachtungen über die Bodenformation eine wertvolle Vorbereitung für den abschließenden geologischen Unterricht in der Oberprima. Ganz abgesehen davon, daß auf solchen Ausflügen, mehr wie im Klassenunterrichte, dem Lehrer Gelegenheit geboten wird, sich über die Begabung und über den Charakter der Schüler ein Urteil zu bilden und in dem hier gebotenen freieren Verkehr anregend und bestimmend auf die Richtung ihrer Interessen wie auf ihre Gesinnung einzuwirken, kann hier die Grundlage zu einer biologischen und geologischen Heimatkunde gelegt werden, die auch für den Unterricht in der Erdkunde von Bedeutung ist.

B. Verhandlungen der Abteilung für Physik¹⁾.

HENRI BECQUEREL (Paris) sprach über Radioaktivität und legte eine Anzahl älterer und neuerer Photographien vor, um zu zeigen, 1. daß zwischen den nicht ablenkbaren und den am wenigsten ablenkbaren Radiumstrahlen ein kontinuierlicher Übergang nicht besteht; 2. daß die Annahme der Herren Bragg und Kleemann einerseits, Rutherford andererseits über die verschiedene Absorbierbarkeit und den dadurch hervorgerufenen Geschwindigkeitsverlust der α -Strahlen des Radiums nicht stichhaltig sei.

E. RIECKE (Göttingen): Über die Elektromechanik des Galvanismus und der Wärme. Der Vortragende berichtete über eigene Arbeiten sowie über Arbeiten von Drude und von Lorentz, deren Ziel in der Begründung einer elektromechanischen Theorie des Galvanismus und der Wärme besteht. Anknüpfend an die älteren Vorstellungen Wilhelm Webers entwickelte er zuerst die Grundlagen, welche seiner eigenen Theorie und der von Drude gemeinsam sind, sodann die zwischen ihnen bestehenden Verschiedenheiten. Die wichtigste davon bezieht sich auf den Wert α , den die lebendige Kraft der bewegten elektrischen Teilchen bei der absoluten Temperatur 1 besitzt. Die Theorie von Riecke läßt die Frage, welchen Wert α für verschiedenartige Teilchen hat, unentschieden, Drude betrachtet α als eine universelle Konstante, deren Wert mit den Hilfsmitteln der kinetischen Gastheorie bestimmt werden kann. Zu einem Vergleiche mit der Erfahrung gibt die Berechnung des Verhältnisses zwischen Wärmeleitfähigkeit und elektrischem Leitvermögen Veranlassung. Der Wert, der aus der Theorie von Riecke folgt, verwandelt sich in den von Drude gegebenen, wenn man in dem ersteren den Drudeschen universellen Wert von α einsetzt; nur in dem Zahlenfaktor des Aus-

¹⁾ Die nachfolgenden Berichte schließen sich zum größeren Teil an die Autoreferate der Vortragenden an.

druckes bleibt eine Verschiedenheit bestehen. Den Beobachtungen nach hat jener Faktor im Mittel den Wert 1,41; die Theorie von Riecke ergibt $\frac{3}{2}$, die von Drude $\frac{4}{3}$, eine auf allgemeinerer Grundlage aufgebaute Theorie von Lorentz $\frac{8}{9}$. Keine Theorie steht in voller Übereinstimmung mit der Beobachtung. Der Vortragende wandte sich dann weiter zu der Betrachtung der Erscheinungen im Magnetfelde. Er gab an, weshalb auf diesem Gebiete weder seine eigene Theorie noch die von Drude mit den Beobachtungen übereinstimmt, und deutete den Weg an, auf dem eine Verbesserung der Theorie zu erstreben ist. Einen weiteren Gegenstand des Berichtes bildete die Mitführungstheorie der thermoelektrischen Erscheinungen und die Theorie der kontaktelektromotorischen Wirkungen. Die aus den Theorien von Riecke, Drude und Lorentz sich ergebenden Gesetze für die Spannungsdifferenz an der Grenze zweier Metalle wurden miteinander verglichen. Den Schluß des Vortrags bildete ein Bericht über eine Untersuchung von Lorentz, in der die Emission und die Absorption eines Metalles für lange Wellen berechnet und daraus das Plancksche Strahlungsgesetz abgeleitet wird, in der einfachen Form, die es im Falle langer Wellen annimmt.

R. GANS (Tübingen): Gravitation und Elektromagnetismus. Will man die Gravitation auf elektromagnetische Grundlage stellen, also durch das Verhalten der in den Körpern befindlichen Elektronen erklären, so sind an eine solche Theorie folgende Forderungen zu stellen: Die Erscheinungen der Gravitation und die des Elektromagnetismus müssen sich einfach superponieren, ein Leiter muß eine Schirmwirkung für elektrostatische Kräfte, dagegen keine Schirmwirkung für Gravitationskräfte ausüben. Das Newtonsche Gesetz muß eine sehr große Annäherung an das Gravitationsgesetz bilden, da dieses sonst wegen der Exaktheit der astronomischen Messungen unhaltbar wäre. Allen diesen Bedingungen wird genügt durch die Annahmen, daß die positiven Elektronen an dem Körper haften, negative dagegen in Leitern frei beweglich sind, eine Annahme, die sich auch auf anderen Gebieten der Elektrizitätstheorie bewährt hat. Ferner sollen, wie auch H. A. Lorentz annimmt, ungleichartige Elektrizitätsmengen sich etwas stärker anziehen, als gleichartige sich abstoßen. Dann zeigt sich, daß die positiven Elektronen für die Gravitationswirkungen, die positiven und negativen gemeinsam für die elektromagnetischen und optischen Erscheinungen verantwortlich zu machen sind. Alle oben erwähnten Forderungen sind erfüllt. Die gravitierende Masse ist somit elektromagnetisch erklärt. Daß dies auch mit der trägen Masse möglich ist, hat W. Wien gezeigt.

W. SEITZ (Würzburg): Über eine neue Art sehr weicher Röntgenstrahlen. Gewöhnliche Röntgenröhren senden bei niederen Spannungen, also ungefähr unterhalb 30 000 V., keine merklichen Röntgenstrahlen aus. Es rührt dies davon her, daß die an der Antikathode auch hier entstehenden Strahlen die Glaswand der Röhre nicht zu durchdringen vermögen. Dies zeigt sich, wenn man in die Glaswand, am besten in der Richtung der spiegelnden Reflexion zur Oberfläche der Antikathode, ein dünnes Aluminiumfenster einsetzt. Es lassen sich dann Röntgenstrahlen mit der photographischen Platte selbst noch bei Spannungen von 500 V. nachweisen, ja überhaupt so lange, als das negative Glimmlicht die Antikathode erreicht. Man muß aus diesem Grunde die Dimensionen der Röhre entsprechend klein wählen. Das Glimmlicht selbst scheint keine merklichen Röntgenstrahlen auszusenden, wenigstens keine solchen, welche das Aluminiumfenster zu durchdringen vermögen. Die Eigenschaften der mit niederen Spannungen, d. i. zwischen 600 V. und 30 000 V., erzeugten Strahlen entsprechen in qualitativer Beziehung denen der gewöhnlichen Röntgenstrahlen. Außer der Fluoreszenzerregung des Platineyanürs wurde die des Flußspats beobachtet. Die photographische Wirkung ist sehr kräftig, was sich daraus erklärt, daß die Strahlen von der empfindlichen Schicht zum größten Teil absorbiert und dementsprechend ausgenützt werden. Zu den chemischen Wirkungen zu zählen ist auch ihr Einfluß auf Bakterien. Hierüber gemeinsam mit Herrn Jorns angestellte Versuche ergaben wechselnde Resultate. Während in einigen Fällen, und zwar bei Typhusbazillen, eine deutliche Abtötung oder doch eine Hemmung des Wachstums der Kulturen zu konstatieren war, blieb wieder in anderen die Wirkung vollständig aus.

Am interessantesten ist das Verhalten der Strahlen in Beziehung auf ihr Durchdringungsvermögen. Die Intensität der Strahlen, welche aus dem Fenster kamen, respektive nachdem sie irgend eine weitere absorbierende Schicht passiert hatten, wurde in der bekannten Weise durch die Entladung eines Elektroskops bestimmt. Die Ergebnisse dieser Messungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Ein Aluminiumblättchen von 0,00075 cm absorbiert zwischen 1500 und 6000 V. etwas mehr als die Hälfte der Strahlen. Der Absorptionskoeffizient variiert in dem genannten Intervall kaum merklich mit der Spannung. Erst bei höheren Potentialen nimmt er allmählich ab. Doch absorbiert dasselbe Blättchen selbst bei 20 000 V. noch etwa 40%, während es für die bisher bekannten harten Strahlen nahezu vollständig durchlässig ist. Das Absorptionsgesetz $J = J_0 e^{-ad}$ gilt für weiche Strahlen mit voller Strenge. Was die Abhängigkeit des Absorptionsvermögens von der Natur der absorbierenden Substanz anbelangt, so schließen sich die gefundenen Resultate den

Beobachtungen von Benoist und denen von Holtzmark gut an. Es absorbiert z. B. ein Silberblättchen von 0,00002 cm Dicke etwa die Hälfte. Das Suchen nach einer Substanz, welche für diese Strahlen ganz besonders durchsichtig oder undurchsichtig wäre, dürfte vergeblich sein.

P. SALCHER (Fiume): Das Zusammensetzen gleichzeitiger Bewegungen und zwei dazu dienende Apparate: Wurf- und Kreisbewegungsdiagraph. Der Vortragende benutzt eine solche lose Verbindung gerader Stäbe oder Schirme, daß vier Rhomben entstehen, deren vier äußerste Ecken ein Parallelogramm bilden, wie immer man das Ganze stellen mag. Der einfache Apparat gibt innerhalb seiner Konstruktionsgrenzen alle möglichen verschiedenen Parallelogramme.

H. SIEDENTOPF (Jena): Über Steinsalzfärbungen. Die Erfahrungen, welche die ultramikroskopischen Untersuchungen nach den vom Verfasser in Gemeinschaft mit R. Zsigmondy ausgearbeiteten Methoden liefern, ließen vermuten, daß auch in anderen Fällen eine sichtbar zu machende kolloidale Verteilung von Metallteilchen die Färbung bedinge. Es gibt natürlich vorkommende Färbung des Steinsalzes im Liegenden der oberen Salzablagerungen aus dem Ende der Zechsteinepoche, ferner künstliche, zum Teil sehr farbenprächtige, Anilinfärbungen vergleichbare, durch Einleitung von Alkalidämpfen oder auch durch Ionisation mit Kathodenstrahlen, radioaktiven Emanationen, ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen, elektrischen Funken und Elektrolyse. Die ultramikroskopische Untersuchung zeigt, daß bei sämtlichen Steinsalzfärbungen einzelne färbende Teilchen wie ein Pigment verteilt sind. Da alle Teilchen nicht viel größer als $\frac{1}{100.000}$ mm sind, kann die Farbe der Teilchen nicht auf bekannte Interferenz- und Beugungsphänomene zurückgeführt werden. Auch die Eigenfarbe des Ions kann, wegen des Vorkommens sämtlicher Spektralfarben in mannigfachen Mischungen, nicht der Grund sein. Die Färbung der Teilchen bezw. ihre Änderung beim Erwärmen muß vielmehr auf Resonanz von größeren Molekülgruppen bezw. Abstandsänderungen in diesen Gruppen, nicht aber auf die Größe oder Gesamtmasse der Teilchen, die sich aus vielen Gruppen zusammensetzen, zurückgeführt werden. Es ist dies also ein neues physikalisches Farbphänomen, auf welches zuerst Wood aufmerksam gemacht hat, und für welches das elektrische Analogon durch Garbasso und Aschkinäz bekannt ist. Charakteristisch ist die in der Nähe der Siedetemperatur von Natrium beschleunigte Entfärbung der natürlich und künstlich gefärbten Kristalle. Es zeigt sich ferner eine vollkommene Übereinstimmung der an den kleinen Farbteilchen beobachteten Farbenänderungen beim Erwärmen u. s. w. mit den an Häuten aus reinem Natrium, die im Vakuum hergestellt werden können, beobachteten Farbenänderungen. Die halbmetallische Absorption der Teilchen nähert sich der metallischen von ultramikroskopischen Gold- und Silberteilchen. Hieraus und aus anderen hier nicht aufgezählten Eigenschaften zieht Vortragender den Schluß, daß es sich bei den Steinsalzfärbungen um Ausscheidung von ultramikroskopischen, meist nadel- und blättchenförmigen, buntfarbigen metallischen Natriumkriställchen handelt, welche innerhalb des ultramikroskopischen Spaltengefüges des Steinsalzes ungeordnet eingelagert sind.

Von optischem Interesse ist das Auftreten anomaler Polarisation und von Pleochroismus an den ultramikroskopischen Natriumteilchen. Das ultramikroskopisch nachgewiesene, von tausendstel zu tausendstel Millimeter variierende Spaltengefüge, das das Vorhandensein einer ungeheuren Zahl freier Ecken und Kanten im Innern des festen Steinsalzkristalls zur Folge hat, ist zum größten Teil von derart engen molekularen Dimensionen, daß größere Dampf-moleküle, wie Chlor, Jod, Quecksilber und Kadmium auf ihnen nicht hineinzuwandern vermögen, wohl aber solche von Kalium und Natrium. Für die geologische Erklärung des natürlich vorkommenden gefärbten Steinsalzes kann vom rein physikalischen Standpunkt aus nur die Möglichkeit des Auftretens von ungeheuren radioaktiven Emanationen zur Zeit oder nach der Ausscheidung des Steinsalzes in Betracht kommen. (Näheres in den Verh. der D. Physikal. Ges. 1905.)

J. STARK (Göttingen): Der Stand der Forschung über die Elektrizität in Gasen. Der Vortragende behandelte 1. die unselbständige Strömung in Gasen, 2. die elektrischen Strahlen, 3. die selbständigen Strömungen und 4. die Bedeutung der Forschung über die Elektrizität in Gasen für benachbarte Gebiete. Da ein näheres Eingehen auf die interessanten Ausführungen des Herrn Stark im Rahmen dieses Sammelberichtes nicht tunlich erscheint, so sei auf das bevorstehende Erscheinen des Originalvortrages im *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik* sowie auf ein ausführliches Referat in der *Phys. Zeitschr.* hingewiesen.

F. SREINTZ (Graz): Über Metallstrahlen. Die Metalle Magnesium, Aluminium, Zink und Kadmium besitzen die Eigenschaft, sich in blankem Zustande auf mit Jodkalium getränktem Papier abzubilden. Die Zeit, die zur Entstehung gut sichtbarer Jodbilder erforderlich ist, hängt wesentlich von der Natur der Metalle ab. Auch auf die photographische Platte wirken die Metalle. Das Silber-salz ist aber weniger empfindlich als Jodkalium, erst nach längerer Einwirkung entsteht ein latentes Bild, das nach den gewöhnlichen Verfahren hervorgerufen und fixiert werden kann.

Auch die magnetischen Metalle Kobalt, Nickel und Eisen sind imstande, das Silbersalz zu schwärzen. Doch ist hierzu eine sehr lange Berührungsdauer erforderlich.

Wird das zu untersuchende Metall nicht unmittelbar nach dem Polieren auf das Papier oder die Schicht gelegt, so ist seine Wirkung bedeutend herabgesetzt, und zwar um so rascher, je positiver, also leichter oxydierbar das Metall ist. Die Alkalimetalle überziehen sich auch in trockener Luft augenblicklich mit einer Schicht von Oxyd. Trotzdem war es möglich, von Kalium, Natrium und Lithium Bilder zu erhalten, indem die photographische Platte in ein Bad von Petroleumäther gebracht, die zu prüfenden Metalle darin zerschnitten und mit ihren Schnittflächen leicht gegen die Platten angedrückt wurden.

In einer Atmosphäre von sorgfältig getrockneter Kohlensäure wirken die Metalle auch in blankem Zustande nicht ein. Es erscheint somit kaum zweifelhaft, daß es der eingeleitete Oxydationsprozeß ist, der die Abbildung erzeugt.

Mit der Entfernung des Metalles von der Schicht nimmt die Wirkung beträchtlich ab. Die Erscheinung hat somit den Charakter einer Strahlung und soll als Metallstrahlung bezeichnet werden. Der chemische Prozeß der Oxydation würde demnach durch Strahlen eingeleitet werden. Einige Versuche machen es wahrscheinlich, daß auch andere chemische Prozesse, so z. B. die Verbindung eines Metalles mit Schwefel, auf strahlende Vorgänge zurückzuführen sind.

Es liegt nahe, in dem von Nernst mit so großem Erfolge in die Elektrochemie eingeführten elektrolytischen Lösungsdrucke den Urheber der Strahlung zu vermuten. Durch den Lösungsdruck werden positive Ionen (Metallionen) in die Umgebung des Metalles entsendet. Die umgebende Luft erhält dadurch positive, das Metall selbst negative Ladung. Die Wirkung wird um so kräftiger eintreten, je größer der Lösungsdruck, oder mit einem anderen Worte, je elektropositiver das betreffende Metall ist. Durch den Stoß der Metallionen tritt eine Volumionisation der Luft ein; dadurch wird das Silbersalz der photographischen Platte oder die Jodkaliumlösung des Papierees gleichfalls ionisiert.

Nun muß aber durch den Ionenstoß die Luft leitend werden, und es entsteht die Frage, ob dieses Leitvermögen nachgewiesen werden kann. Versuche in dieser Richtung mit einem Galvanometer blieben ohne Erfolg. Die Strahlen scheinen, wie aus den graphischen Versuchen hervorgeht, wenig durchdringend zu sein. Nach der Hypothese sollen sie ja Verwandte derer im α -Bündel der Becquerelstrahlen sein. Sie unterliegen auch einer starken Dispersion in der umgebenden Luft.

Mit Hilfe einer elektrostatischen Methode ist es nun möglich, eine Änderung der Leitfähigkeit nachzuweisen. Die zu prüfenden Metalle werden in der Form von quadratischen Platten zu Kondensatoren zusammengestellt und erhalten entsprechende positive oder negative Ladungen. Die Abnahme der Ladung eines solchen Plattenkondensators mit der Zeit nach seiner Trennung von der Elektrizitätsquelle ist an einem Elektrometer messend zu verfolgen. Zum Vergleich ist ein aus einem elektronegativen Metalle hergestellter kongruenter Kondensator in derselben Weise zu behandeln. Die Versuche wurden vorläufig nur mit Kondensatoren aus gleichartigen Metallen, Magnesium und Kupfer, ausgeführt. An Stelle von Kupfer soll später das stärker elektronegative Gold treten.

Aus den Versuchen geht zunächst hervor, daß die Zerstreuung der Elektrizität eines Magnesiumkondensators in Kohlensäure in gleicher Weise vor sich geht, wie bei einem Kupferkondensator in gewöhnlicher Luft.

Anders verhält sich der Magnesiumkondensator, sobald man trockene Luft eintreten läßt. Der zunächst positiv geladene Kondensator zeigt eine geringere Abnahme als vorher. Man gewinnt den Eindruck, als wenn Magnesium durch die positive Ladung den Charakter eines edleren Metalles angenommen hätte, edler als Kupfer. Vielleicht kann man hiernach ein Metall durch entsprechende positive Ladung vor Oxydation schützen.

Wird der Kondensator in Luft negativ geladen, dann sieht es aus, als wenn die größere Leitfähigkeit sich erst allmählich entwickelte, d. h. die Strahlen Zeit zur Ionisierung bedürften. Dieser Eindruck wird verstärkt, wenn man den Kondensator wieder mit positiver Ladung beschickt. Bei höherer Ladung unterscheidet sich der Magnesiumkondensator bereits in Kohlensäure ganz wesentlich vom Kupferkondensator. In trockener Luft werden die Unterschiede zwischen positiver und negativer Ladung sehr beträchtlich.

ERICH MARX (Leipzig): Die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen. Aus Mangel an Raum muß davon Abstand genommen werden, die interessanten Versuche des Vortragenden an dieser Stelle zu skizzieren. Herr MARX findet auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen: Innerhalb der Fehlergrenzen des Experiments, d. i. innerhalb 5‰ , ergibt sich Gleichheit der Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen mit der Lichtgeschwindigkeit.

A. KALÁHNE (Heidelberg): Einige Eigenschaften der Strahlung des Chininsulfates. Den Gegenstand des Vortrags bildet die genauere Untersuchung einer von Herrn Le Bon im

Jahre 1900 am neutralen Chininsulfat beobachteten Luminiszenzerscheinung, die mit Ionisation der umgebenden Luft verbunden ist. Diese Ionisation veranlaßte Le Bon zu der Annahme einer Strahlung des Chininsulfats. Die vom Vortragenden mitgeteilten Beobachtungen zeigen, daß der Luminiszenz, die beim Erhitzen und Wiederabkühlen auftritt, ein chemischer Vorgang zugrunde liegt, der in Wasserabgabe bzw. Wasseraufnahme besteht. Die diesen Prozeß begleitende Ionisation der Luft weist gewisse charakteristische Eigenschaften auf, die zum Teil vom Verlauf der chemischen Reaktion abhängen. Stark durchdringende Strahlen, die den β - und γ -Strahlen des Radiums analog wären, sind nach den Absorptionsbeobachtungen nicht vorhanden; ob positiv geladene α -Strahlen ausgesandt werden, ist noch unentschieden.

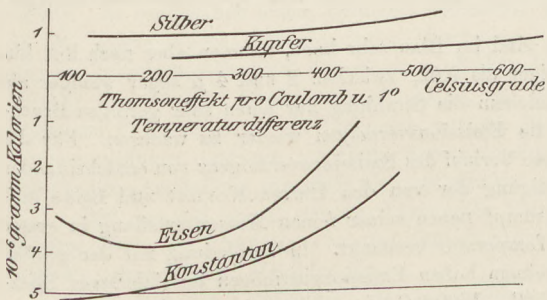
PIERRE WEISS (Zürich): Über den Ferromagnetismus der Kristalle. Der Vortrag hatte die Beziehungen zwischen Kristallstruktur und Magnetismus zum Gegenstand. Während für die schwachmagnetischen Substanzen diese Beziehungen längst erforscht sind, waren sie für die zwei starkmagnetischen oder, wie man auch sagt, ferromagnetischen Substanzen, welche in schönen Kristallen vorkommen, nämlich für den Magnetit und den Pyrrhotit, bis vor wenigen Jahren gänzlich unbekannt.

Beim Magnetit, welcher mit der Symmetrie des Würfels kristallisiert, hat jede Richtung ihre eigene Art, den Magnetismus anzunehmen, so jedoch, daß das Gesamtbild der magnetischen Eigenschaften die gleiche Symmetrie wie die äußere Form besitzt.

Der Pyrrhotit oder Magnetkies besitzt die sehr merkwürdige Eigenschaft, nur in einer Ebene Magnetismus anzunehmen. In dieser Ebene aber besitzen die magnetischen Eigenschaften eine Verteilung, welche gestattet, sozusagen in den Bau des Kristalls hineinzusehen und zu beweisen, daß er immer aus drei einfacheren Elementarkristallen zusammengesetzt ist. Eine derartige Zerlegung gelingt vielfach bei durchsichtigen Kristallen durch optische Hilfsmittel. Da die magnetischen Materialien nicht durchsichtig sind, war bei diesen die Anwendung der optischen Untersuchung ausgeschlossen. Die neue magnetische Methode bedeutet daher eine Bereicherung unserer Hilfsmittel für die Analyse der zusammengesetzten Kristalle.

Die meisten starkmagnetischen Substanzen, welche die Technik in so ausgedehntem Maße verwendet, sind nichts anderes als Gemische von unregelmäßig durcheinander gelagerten Kristallen. Es ist daher die Kenntnis der an einfachen Kristallen beobachteten Eigenschaften ein Mittel zur tieferen Erkenntnis der Eigenschaften der magnetischen Substanzen überhaupt. Es wird auf die teilweise schon erschienene Originalabhandlung (Journ. de Phys. 1905 — Arch. de Genève 1905) hingewiesen.

E. LECHER (Prag): Über Thermoelektrizität. Der Vortragende gab zunächst in Form eines Diagrammes die Ergebnisse zahlreicher Messungen über den Thomseffekt (Figur) in Kupfer, Silber, Eisen und Konstantan. Die Ordinaten nebenstehender Figur geben im absoluten Wärmemaße die Wärmemengen, die durch den Durchgang eines Coulomb erzeugt werden, wenn die Eintritts- und Austrittsfläche des Stromes um 1° C. differieren, in der Abhängigkeit von der Temperatur. Indem der Vortragende zu diesen Kurven die Integralkurven berechnete, erhielt er Funktionen, deren Differentialquotient nach der Temperatur den Thomseffekt gibt. Der Vortragende konstruierte nun eine



Reihe von Diagrammen, welche sämtliche Vorgänge, die in einem Thermolemente sich abspielen können, das sind: Thomsoneffekt, Peltierwärme und elektromotorische Kraft, einheitlich darstellen. Die Summe aller dieser Größen muß für beliebige Temperaturgrenzen eines Thermolementes nach dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie gleich Null sein. Das stimmt nun in vorzüglicher Weise, wobei eine Annahme darüber, ob der Sitz der elektromotorischen Kraft nur an den Lötstellen oder nur in dem

Temperaturgefälle der Drähte oder an beiden Stellen zu suchen sei, ohne Einfluß auf das Resultat ist.

Hingegen zeigte sich zwischen Theorie und Versuchsergebnis insofern eine Differenz, als das Maximum der thermoelektrischen Kraft Kupfer-Eisen oder Eisen-Silber nicht zusammenfiel mit dem Verschwinden des Peltiereffektes. Das aber erfordert derjenige Teil der meisten thermoelektrischen Theorien, welcher sich auf die Anwendung des zweiten Hauptsatzes stützt. Es scheint also, wie ja auch von anderer Seite (Boltzmann) vermutet wurde, der thermoelektrische Prozeß kein rein umkehrbarer zu sein.

RAOUL PICTET (Berlin): Über industriellen Sauerstoff, seine Herstellung und Bedeutung. Der Vortragende ist der Ansicht, aus flüssiger Luft flüssigen Sauerstoff zum Preise von

1 Pf. pro cbm herstellen zu können. Betreffs technischer und industrieller Verwertung billigen Sauerstoffs verweist Vortragender in erster Linie auf die Verbesserung der Gasbeleuchtung.

W. VOGT (Göttingen): Über die Wellenfläche zweiachsiger aktiver Kristalle und über ihre konische Refraktion. Die Diskrepanz zwischen Theorie und Beobachtung hinsichtlich der Existenz einer inneren konischen Refraktion bei zweiachsigen aktiven Kristallen ist dadurch bedingt, daß die Beobachtung jederzeit genötigt ist, ein Bündel von Strahlen zu benutzen, in dem unendlich viele verschiedene Fortpflanzungsrichtungen vertreten sind. Es sei im übrigen auf die Autoreferate in den *Verh. d. D. Phys. Ges.* und in der *Phys. Zeitschr.* verwiesen.

H. RUBENS (Berlin): Das Emissionsspektrum des Auerstrumpfs. Der Auerbrenner und insbesondere der Auerstrumpf ist im Verhältnis zu seiner Gesamtemission an Wärmestrahlen von großer Wellenlänge sehr reich. Andererseits haben Nernst und Bose aus ihren optischen Versuchen den Schluß gezogen, daß auch die sichtbare Strahlung des Auerstrumpfs einen unverhältnismäßig hohen Bruchteil seiner Gesamtstrahlung ausmachen müsse. Es schien deshalb erwünscht, das gesamte, der Beobachtung zugängliche Spektrum des Auerstrumpfs spektrothermometrisch zu untersuchen. Die Energiemessungen wurden mit Spiegelspektrometer und linearer Thermosäule ausgeführt. Bis $\lambda = 8 \mu$ wurde ein Fluoritprisma, bis 18μ ein Sylvlinprisma angewandt. Die Energiekurven wurden auf das normale Gitterspektrum reduziert. Untersucht wurde: 1. ein normaler Auerbrenner ohne Zugzylinder mit Degea-Strumpf (99,5% Thoriumoxyd und 0,5% Ceroxyd), 2. derselbe Brenner ohne Strumpf, 3. derselbe Brenner mit entleuchtetem, mit Eisenoxyd überzogenem Strumpf (das Überziehen des Strumpfs mit Eisenoxyd wurde mittels Eintauchen in Tinte und nachherigem Ausglühen bewerkstelligt).

Die Untersuchung ergab, daß die Energiekurve des Auerbrenners derjenigen des einfachen Bunsenbrenners in dem Spektralgebiet zwischen 2μ und 5μ sehr ähnlich ist; in dem Gebiet der kurzen und sehr langen Wellen aber weichen beide Kurven erheblich voneinander ab. Aus diesem Übereinstimmen beider Kurven in dem Teile des Spektrums, in welchem die starken Emissionsbanden des Bunsenbrenners liegen, ist zu schließen, daß erstens der Auerstrumpf hier ein äußerst geringes Emissionsvermögen besitzt, und daß zweitens die Masse des Strumpfs für diese Strahlen als nahezu vollkommen durchsichtig anzusehen ist.

Sehr lehrreich ist die Betrachtung der Emissionskurve des Eisenoxydstrumpfs. Dieser wird im äußeren Flammenmantel nur rotglühend. Seine Temperatur, mit dem optischen Pyrometer gemessen, ergab sich zu $1050-1100^\circ \text{C}$. Dennoch ist seine Gesamtemission ca. doppelt so groß als die des normalen Auerstrumpfs; besonders überwiegt sein Emissionsvermögen gegenüber demjenigen des Auerstrumpfs in dem Spektralgebiet zwischen 2 und 5μ . Entsprechend ist auch seine Durchsichtigkeit für die Flammenstrahlung eine sehr geringe. Die Temperatur des Auerstrumpfs ergab sich an der untersuchten Stelle mit Hilfe des optischen Pyrometers zu $1500-1600^\circ \text{C}$.

Versuche ergaben unter Berücksichtigung des Stefanschen Gesetzes, daß ein vollkommen schwarzer Körper von $d = 1800^\circ \text{abs.}$ und der Struktur des Auerstrumpfs 32 mal so stark strahlt als dieser. Der Flächeninhalt der entsprechenden Energiekurve übertrifft denjenigen der Energiekurve des Auerstrumpfs um das 32fache.

Die Emissionsvermögen des Auerstrumpfs sind im Blau sehr hoch, nehmen aber nach Rot hin stark ab und betragen zwischen 1 und 5μ weniger als $0,02$, zwischen 2 und 4μ sogar weniger als $0,01$. Erst im Gebiet sehr langer Wellen, in welchem die Strahlung nur einen sehr geringen Bruchteil der Gesamtemission ausmacht, beginnen die Emissionsvermögen wieder zu wachsen. Für die Lichtemission des Auerstrumpfs ist der beobachtete Verlauf des Emissionsvermögens von entscheidender Bedeutung. Die Messungen bilden eine Bestätigung der von den Herren Nernst und Bose aufgestellten Hypothese, nach welcher der Auerstrumpf neben seiner feinen Massenverteilung in erster Linie der geringen Gesamtemission seine hohe Temperatur verdankt. In Verbindung mit der großen strahlenden Oberfläche des Glühkörpers und seinem hohen Emissionsvermögen im sichtbaren Spektralgebiet bedingt diese hohe Temperatur von $1500-1600^\circ \text{C}$. den bekannten günstigen Lichteffect.

E. ASCHKINASS (Berlin): Elektrooptische Eigenschaften der Kohle. Nach der elektromagnetischen Theorie des Lichtes kann man erwarten, daß gewisse Kohlenarten, denen eine hohe elektrische Leitungsfähigkeit zu eigen ist, für Strahlen großer Wellenlängen ein bedeutendes Reflexionsvermögen aufweisen werden. Diesbezügliche Versuche zeigten zunächst, daß die gutleitenden Kohlen (z. B. Gaskohle, Siemenssche Lampenkohle, Graphit) im Gebiete der Hertzschen Wellen im Einklange mit der Theorie tatsächlich ein Reflexionsvermögen von nahezu 100 Prozent besitzen. Der Einfluß des Leitungsvermögens gibt sich aber bereits in dem gesamten ultraroten Spektrum unzweideutig zu erkennen. Die Reflexionskurve beginnt nämlich (in guter Übereinstimmung mit der Theorie) unmittelbar hinter dem sichtbaren Spektralgebiete stark anzusteigen, und diese Zunahme setzt sich

durch das ganze ultrarote Spektrum bis in das Gebiet der Hertzschcn Wellen hinein stetig fort. So beträgt z. B. für polierte Gaskohle vom spezifischen Widerstand 75,8 das prozentische Reflexionsvermögen bei $0,589 \mu$: 4,4, bei 4μ : 22,4 und bei $51,2 \mu$: 56,5.

Außer den genannten Kohlensorten wurde auch Anthrazit untersucht. Dieser zeigte ein wesentlich anderes Verhalten; sein Reflexionsvermögen steigt zwar gleichfalls schon im Anfange des Ultrarot bis auf mehr als 10 Prozent, erreicht aber bei $51,2 \mu$ nur den Wert 14 und behält diesen Wert auch noch im Gebiete der Hertzschcn Wellen. Da der Anthrazit ebensowenig wie eine der übrigen Kohlenarten Eigenschwingungen besitzt, die dem ultraroten Spektralbereiche angehören, so weisen jene Beobachtungen bereits darauf hin, daß sein elektrisches Leitungsvermögen sehr gering sein muß, und tatsächlich ergaben die Messungen für seinen spezifischen Widerstand die Zahl $2 \cdot 10^{10}$. Demgemäß besitzt er auch eine gute Durchlässigkeit für Hertzschc Wellen, und der Grenzwert seines Brechungs-exponenten berechnet sich aus der Reflexion zu $n_x = 2,2$. Bekanntlich ist für Diamant $n_D = 2,4$ (vergl. auch dieses Heft S. 40).

SRÉPHANE LEDUC (Nantes): Die Diffusion der Flüssigkeiten. Der Vortrag behandelte die Analogie der Diffusion mit elektrischen und magnetischen Vorgängen.

LEO GRUNMACH (Berlin): Versuche über die Diffusion von Kohlensäure durch Kautschuk. Die Versuche wurden angestellt an käuflichen, vulkanisierten braunen und grauen Kautschukplatten verschiedener Dicke (zwischen 0,15 und 2,4 mm). Es ergab sich, daß die Diffusionsgeschwindigkeit der Kohlensäure durch Kautschuk mit zunehmendem Drucke, allgemeiner mit der Zunahme der Differenz der Partialdrucke, zwar zunimmt, daß aber Proportionalität zwischen Diffusionsgeschwindigkeit und Druckdifferenz nicht besteht; und weiter, daß die Diffusionsgeschwindigkeit mit der Dicke abnimmt, aber nicht umgekehrt proportional derselben.

Was die Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit vom Drucke anbelangt, so scheint aus den Versuchen hervorzugehen, daß die Diffusionsgeschwindigkeit nicht allein von der Differenz der Partialdrucke, sondern in hohem Maße auch von der Differenz der absoluten Gasdrucke abhängt.

Hinsichtlich der Abhängigkeit der Diffusionsgeschwindigkeit von der Dicke der Membran scheinen die Versuche auch die bisherige Annahme, daß sie umgekehrt proportional sei der Dicke, nicht zu rechtfertigen. Um bestimmte und sichere Werte für die Diffusionskonstante der Kohlensäure und anderer Gase durch Kautschuk zu gewinnen und die gesetzmäßige Abhängigkeit der Diffusion von der Dicke der Membran festzustellen, wird man zunächst mit reinem Parakautschuk und mit genauer definierten Kautschuksorten experimentieren und darauf achten müssen, daß die verschieden dicken Membranen aus genau derselben Kautschuksorte hergestellt sind. Die Versuche werden ferner auf Gasgemische von verschiedenem Kohlensäuregehalt und bestimmtem Gesamtdrucke sowie bei Veränderung des Gesamtdruckes des Gasgemisches auszudehnen sein.

H. GERDIEN (Göttingen): Demonstration eines Apparates zur absoluten Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft. Der Apparat soll die direkte Messung der Anteile der positiven und negativen Ionen an der spezifischen Leitfähigkeit in möglichst kurzer Zeit ermöglichen. Er besteht aus einem Zylinderkondensator, dessen äußere Elektrode einen Durchmesser von 16 cm, dessen innere Elektrode einen Durchmesser von 1,5 cm und eine Länge von 24 cm hat. In diesem Zylinderkondensator, dessen innere Elektrode isoliert auf dem Blättchenträger eines Exner-Elster-Geitelschen Elektrometers befestigt ist, wird von einem mittels Kurbel angetriebenen vierflügeligen Fächeraspirator ein Luftstrom erzeugt; durch einen schalltrichterartigen Ansatz an der Einstromungsöffnung und ein vor dem Aspirator eingeschaltetes Drahtnetz ist für eine homogene Geschwindigkeitsverteilung innerhalb des Luftstromes gesorgt.

Der Apparat liefert, wie die theoretische Betrachtung zeigt, die spezifische Leitfähigkeit in absolutem Maße unabhängig von der Geschwindigkeit des Luftstromes; diese muß nur eine gewisse untere Grenze überschreiten.

Bei normaler Leitfähigkeit der Luft genügt am Erdboden eine Aspirationsdauer von wenigen Minuten zur Erzielung eines gut meßbaren Spannungsrückganges. Wegen der Einzelheiten sowie der bisher mit dem Apparat erzielten Resultate muß auf die Originalmitteilung (Gött. Nachr. 1905, Heft 3) verwiesen werden.

MATHIAS CANTOR (Würzburg): Das mechanische Äquivalent der Verbrennung und Konstruktion eines rationellen Verbrennungsmotors. Zunächst wurde die Frage behandelt: Welche Arbeit läßt sich mittels eines bestimmten Verbrennungsvorganges im Maximum erzielen? Diese Frage ist bisher gewöhnlich in der Form gestellt und diskutiert worden: Wieviel von der Verbrennungswärme läßt sich in Arbeit verwandeln? In dieser Fragestellung ist die Vorstellung enthalten, als ob es sich um Verwandlung einer Wärmemenge in Arbeit handelte. Aber Wärmequantitäten sind uns tatsächlich gar nicht gegeben. Gegeben sind uns vielmehr bestimmte chemische

Systeme, bei deren Verwandlung Arbeit gewonnen werden kann. Das allgemeine Problem der technischen Thermodynamik wird hiernach nicht die thermisch-mechanische, sondern die chemisch-mechanische Verwandlung sein und die gestellte Frage in allgemeiner Fassung lauten: Wieviel Arbeit kann durch eine bestimmte chemische Verwandlung erzielt werden? Um diese Frage allgemein zu lösen, muß berücksichtigt werden, daß die chemische Verwandlung im allgemeinen unter Arbeit und Wärmeabgabe sich vollzieht, und daß auch der entwickelten Wärme eine nach dem Carnot'schen Theorem bestimmbare Arbeitsfähigkeit zukommt. Die Summe der direkt abgegebenen und der durch Transformation dieser Wärme gewinnbaren Arbeit gibt erst den ganzen durch die chemische Veränderung erzielbaren Arbeitsbetrag an. Für diesen läßt sich ein allgemeiner Ausdruck angeben, der nur vom Anfangs- und Endzustand des Systems abhängt, also unabhängig vom Wege der Verwandlung ist. Er gibt die oberste Grenze des überhaupt erzielbaren Arbeitsbetrages an und wird vom Vortragenden als das mechanische Äquivalent der chemischen Verwandlung bezeichnet. Das Verhältnis der von einem Motor gelieferten Arbeit zum mechanischen Äquivalent des im Motor sich vollziehenden chemischen Prozesses ist der rationelle Nutzeffekt des Motors. Wendet man das theoretische Ergebnis auf die üblichen Maschinentypen an, bei denen mechanische Arbeit durch die Zustandsänderung bestimmter Gas- oder Dampfmassen geleistet wird, so ergibt sich, daß der durch eine Verbrennung zu erzielende Arbeitsertrag wesentlich bestimmt wird durch das Verhältnis des End- zum Anfangsvolumen der Gasmassen. Je kleiner insbesondere letzteres gemacht werden kann, desto günstiger der Nutzeffekt. Die konsequente Verfolgung dieses Resultates verlangt, daß die Vereinigung der reagierenden Stoffe, Brennstoff einerseits, Sauerstoff andererseits, in möglich kleinstem Volumen vor sich geht. Diese Forderung führt zu einem neuen Arbeitsverfahren, bei dem der Sauerstoff nicht gasförmig, sondern physikalisch oder chemisch gebunden, z. B. in Form von Oxyden, Verwendung findet. Der Vortragende gibt eine praktische Ausführungsform an, bei der in glühendes Kupferoxyd flüssige Brennstoffe, etwa Petroleum, hineingepreßt werden, so daß die bei der Verbrennung mit dem Sauerstoff des Oxyds entstehenden Verbrennungsgase das denkbar kleinste Anfangsvolumen besitzen. Das reduzierte metallische Kupfer wird dann durch den Sauerstoff eines durchgeblasenen Luftstromes wieder in Oxyd verwandelt, wobei der Sauerstoff auf das 7000 mal kleinere Volumen gebracht wird, als er in Luft besitzt. Ein Diagramm läßt unmittelbar die Überlegenheit des neuen Arbeitsverfahrens erkennen. Sache der Technik wird es sein, das Verfahren zur praktischen Durchführung zu bringen.

OSC. KNOBLAUCH (München): Über die spezifische Wärme des überhitzten Wasserdampfes für Drucke bis 8 Atm. und Temperaturen bis 350° C. (Vorläufiger Bericht über gemeinsam mit Max Jakob angestellte Versuche.) Die beobachtete Abhängigkeit der spezifischen Wärme c_p des Wasserdampfes von Druck und Temperatur ist die gleiche wie die von R. Linde (Mitt. über Forschungsarbeiten, herausg. vom Ver. dtsh. Ing. **21**, 57, 1905) theoretisch geforderte und von H. Lorenz (ebenda, S. 93) experimentell gefundene, also Abnahme mit steigender Temperatur und Zunahme mit wachsendem Druck. Die Werte schließen sich recht gut der Formel an, die R. Linde a. a. O. unter Benutzung von Dichtebestimmungen des Wasserdampfes aufgestellt hat. Dagegen sind die erhaltenen Werte vielfach wesentlich kleiner als die von H. Lorenz gefundenen, und zwar wachsen die Differenzen bei hohem Druck und niedriger Temperatur bis zu 20% an, während die Abweichungen von den Lindeschen Werten 3% nicht überschreiten.

Die ausführliche Mitteilung der Versuchseinrichtung sowie der erhaltenen Zahlenwerte von c_p soll demnächst erfolgen.

Über die Mitteilungen von H. W. SCHMIDT (Messung des Emanationsgehaltes von Flüssigkeiten) und von W. GAEDE (rotierende Vakuumpumpe) wird in dieser Ztschr. an anderer Stelle berichtet (vergl. S. 31).

Max Iklé.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Rasch gekühlte Gläser zu Versuchen über chromatische Polarisation hat die Firma Joh. Umann zu Tiefenbach a. d. Donau auf Anregung von Prof. H. Hartl in Reichenberg hergestellt. In betreff der Einzelheiten und insbesondere der großen Mannigfaltigkeit von Interferenzfiguren, die diese Glasplatten gestatten, sei auf das von der Firma versandte, mit Abbildungen versehene Verzeichnis verwiesen. Für Versuche mit gekreuzten Platten wird eine besondere büchsenartige Vorrichtung geliefert, die das leichte Auswechseln sowie das Drehen bequem auszuführen ermöglicht. Die Platten können auch zur objektiven Demonstration an der für diesen Zweck besonders montierten Hartl'schen Scheibe verwendet werden. Der Preis beträgt für jede Platte Kr. 2,80 oder M 2,40.

Korrespondenz.

Sichtbarmachung der Drehung der Polarisationssebene. Im letzten Hefte d. Zeitschr. (XVIII, S. 325) beschreibt Herr E. Grimsehl einen diesbezüglichen Versuch und macht die Bemerkung, daß auch schon Umow 1899 eine ähnliche Versuchsanordnung veröffentlicht habe. Ich mache darauf aufmerksam, daß dieser lehrreiche und glänzende Versuch schon länger bekannt ist. Er wird schon von Lallemand in den *Compt. rend. T. 69*, p. 189 beschrieben, und ich habe ihn bei der 42. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner in Wien 1893 vorgeführt. Man vergleiche den Bericht darüber in d. Zeitschr. *VII*, S. 79 oder den ausführlicheren in der Zeitschr. f. d. math. u. naturw. Unterricht *XXIV*, S. 522.

J. Dechant, Wien.

Sonderhefte der Zeitschrift. Von den Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft gelangt gleichzeitig mit diesem Heft zur Ausgabe: Heft 6, Über die Erfahrungsgrundlagen unseres Wissens. Von Dr. A. Meinong, k. k. Universitätsprofessor in Graz. 112 S. M 3,—. Mit diesem Heft ist der I. Band der Abhandlungen (Preis M 14,20) abgeschlossen.

Zur astronomischen Tafel für 1906.

Die Sternkarte am Schluß dieses Heftes unterscheidet sich von der vorjährigen durch wesentliche Verbesserungen, besonders in bezug auf den Mond, die wir im folgenden erläutern wollen. Eine ausführliche Erklärung ist der Sonderausgabe der Sternkarte wie im vorigen Jahr beigelegt.

1. Zeitgleichung und Mondphasen.

In Karte I war die Sonne bisher nach ihrer wahren Bewegung dargestellt. Um die nur geringen, aber doch für die elliptische Bahn wesentlichen Abweichungen dieser Bewegung von einer gleichmäßig fortschreitenden besser ins Auge fallen zu lassen, sind sie durch die Kurve der Mittelpunktsgleichung (μ) in vierfachem Maßstabe besonders registriert, und die Hauptkarte zeigt nur die Länge der mittleren Sonne, die gleichmäßig läuft und mit der wahren am 1. Januar und 1. Juli zusammentrifft. Am 25. Januar ist die Länge der mittleren Sonne $M = 302^\circ$, die Mittelpunktsgleichung $\mu = S - M = 1^\circ$, also die wahre Länge $S = 303^\circ$.

Für die Zeitmessung würde sich die mittlere Sonne etwas besser eignen als die wahre. Steht am 25. Januar die wahre Sonne 1° links von der mittleren, so ist der Stundenwinkel der mittleren Sonne am Nachmittag um 4^m größer als der wahren. Es ist daher die Ordinate μ , wenn man die Zahl der nun als ebensoviel Zeitminuten deutet, der eine Bestandteil der Zeitgleichung.

Eine nach der mittleren Sonne regulierte Uhr erfordert aber immer noch wiederholtes Stellen. Denn ein vom Himmelspol auf sie hinweisender Zeiger Z dreht sich gegen den Fixsternhimmel ungleichmäßig, wenn sein Schnittpunkt mit der Ekliptik auf dieser gleichmäßig läuft. Aus diesem Grunde denkt man sich am Himmelsgewölbe noch einen zweiten vom Pol auslaufenden Zeiger Z' , der sich gleichmäßig dreht und mit Z zusammenfällt, wenn die mittlere Sonne den Äquator passiert und wenn sie ihre größte nördliche oder südliche Deklination hat. Wird dieser Zeiger in irgend einem Punkte mit einer fingierten Sonne besetzt, so kann diese als das Gestirn betrachtet werden, welches für die „mittlere Sonnenzeit“ (nicht „Zeit der mittleren Sonne“) maßgebend ist. Wir wollen sie uns am Schnittpunkt des Zeigers Z' mit der Ekliptik denken, damit ihr täglicher Lauf, Auf- und Untergang möglichst dem der wahren Sonne gleiche. Ihre Länge sei F . Am 25. Januar ist $M - F = \varphi = 2^\circ = 8^m$; die fingierte Sonne steht also zwei Grad rechts von der mittleren, ihr Stundenwinkel am Nachmittag ist um 8^m größer. Die gesamte Zeitgleichung ist $= \mu + \varphi = 12^m$.

In ähnlicher Art, aber mit Hinzuziehung einer Äquatorprojektion des Himmels, ist die Zeitgleichung in der Sternkarte von Höflers Physik dargestellt.

Längs der Ekliptik findet man die Punkte angedeutet, wo die Sonne mit dem Mond in Konjunktion kommt. An den zugehörigen Tagen ist Neumond. Denkt man sich die Zwischenräume halbiert und wieder halbiert, so hat man zugleich eine Übersicht über den Eintritt von Vollmond, erstem und letztem Viertel während des Jahres.

2. Die Mondbahn am Himmel.

Die Karte VII stellt jetzt den Mond auf der Ekliptik nach seiner mittleren Bewegung dar; zur Berichtigung der Breite und Länge dienen zwei Kurven, die Breitenkurve oder Mondbahn und die Kurve der Mittelpunktsgleichung. Auf der Ekliptik sind durch Zahlen die Endpunkte der Tage-

reisen des Mondes angegeben. Für jeden Monat ist eine Epoche bezeichnet, für Januar durch I bei Tagereise 25,3. Dort steht der Mond bei Beginn des Tages, der dem 1. Januar voraufgeht. Dann steht er bei Beginn des 25. Januar auf (25 + 25,3) oder nach Abzug eines vollen Umlaufs (= 27,3^d) auf dem Punkte 23 der Tagereisen, das ist in 302° Länge.

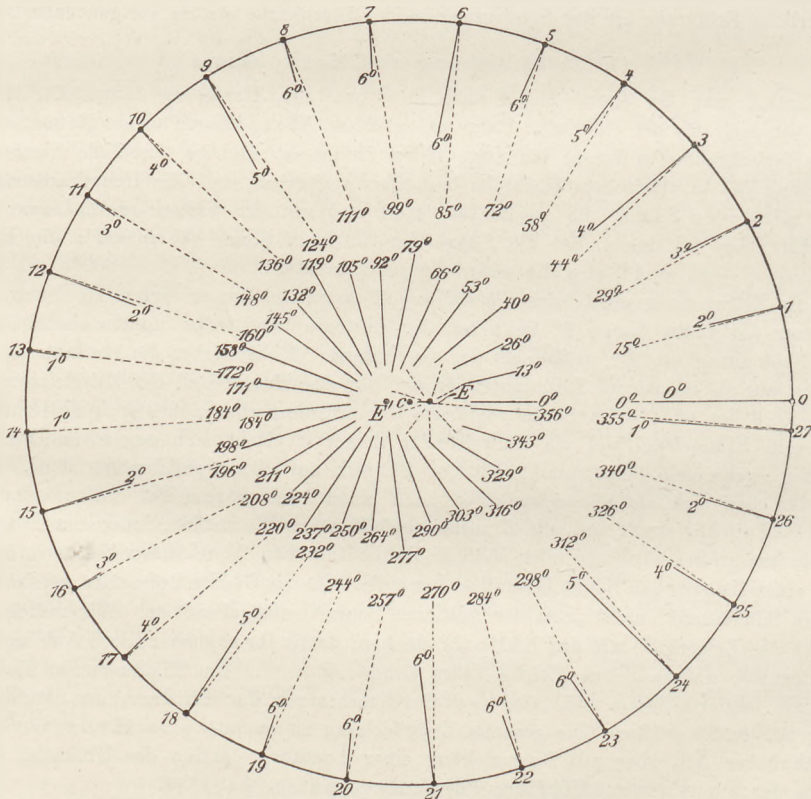
Die wirkliche Mondbahn schneidet die Ekliptik in Ω und Υ , sie ist von Monat zu Monat veränderlich; die gezeichnete Bahn $\Omega_1 \Upsilon_1$ gilt für die Mitte des Jahres; sie ist für den Anfang nach $\Omega_0 \Upsilon_0$, für das Ende nach $\Omega_2 \Upsilon_2$ zu verschieben. Man findet auf ihr als Breite 2°.

Die Mittelpunktsgleichung gibt an, wieviel man zur mittleren Länge hinzuzufügen hat. Der mittlere Mond trifft mit dem wahren zusammen zur Zeit der Erdnähe und Erdferne (Perigäum π , Apogäum α); in diesen Punkten schneidet die Kurve die Ekliptik. Im Laufe des Jahres verschiebt sie sich von $\alpha_0 \pi_0$ über $\alpha_1 \pi_1$ bis $\alpha_2 \pi_2$. Für unser Beispiel wird die Korrektur 6°, also hat der Mond die Länge 308°, die Breite 2°.

Hierdurch findet man den Mond fast bis auf einen Grad genau. Noch größere Genauigkeit ist nicht zu erlangen, da man auf Evekation, Variation, Parallaxe keine Rücksicht nehmen kann.

3. Räumliche Mondbahn.

In der Sonderausgabe sind die Elemente der Planetenbahnen für den Jahresanfang als Epoche gegeben. Mit ihrer Hilfe kann man unter Annahme von Kreisbahnen die heliozentrische Bahn eines Planeten und der Erde konstruieren, daraus die räumliche geozentrische Bahn ableiten und mit der am Himmel zu beobachtenden Bahn vergleichen.



Hier wollen wir zeigen, daß man auch die genaue elliptische Bewegung eines Planeten um die Sonne oder unseres Mondes um die Erde leicht konstruieren kann. Geht von der Sonne der Fahrstrahl r nach dem Planeten und ist ϑ die Winkelgeschwindigkeit, so ist nach Keplers Flächengesetz $r^2 \vartheta = c$ eine Konstante, $\vartheta = c/r^2$. Für den zweiten, leeren Brennpunkt der Ellipse sei der Fahrstrahl des Planeten = r' , die Winkelgeschwindigkeit = ϑ' . Da die Bewegungsrichtung gegen beide Fahrstrahlen gleiche Neigung hat, so ist die senkrecht zu jedem Fahrstrahl geschätzte Geschwindigkeit gleich, daher $r' \vartheta' = r \vartheta$, $\vartheta' = \vartheta r/r' = c/r r'$. Der Fahrstrahl ist von der halben großen Achse, die = 1 sei, nur wenig verschieden; es sei daher $r = 1 + u$, $r' = 1 - u$, folglich $\vartheta' = c/(1 - u^2)$.

Für den Mond ist die Exzentrizität = $\frac{1}{18}$, also $u < \frac{1}{18}$, $u^2 < \frac{1}{321}$, folglich ist $\vartheta' = c/(1-u^2)$ für den Mond und noch mehr für die meisten Planeten so gut wie konstant. Außerdem haben die Bahnen von dem umschriebenen Kreise auch im Scheitel der kleinen Achse nur den Abstand $\frac{1}{2}u^2$, so daß man sie am genauesten mittels des Zirkels herstellt.

In nebenstehender Figur bedeutet der große Kreis eine Ellipse mit dem Brennpunkte E und E' und dem Mittelpunkt C . In E stehe die Erde. Man hat den Umfang des Punktes E' , von der Achse anfangend, in $27\frac{1}{3}$ gleiche Teile von je $13^\circ 10'$ zerlegt. Die Punkte 1 bis 27, wo die Ellipse von diesen getroffen wird, sind Tag für Tag die Örter des Mondes auf seiner räumlichen Bahn, wenn er vom Perigäum aus seinen Weg beginnt. Der Beobachter in E sieht nur das seitliche Fortrücken, bestimmt durch den Winkel des Fahrstrahls r mit der Achse, kaum merklich ist ihm die Veränderung der Entfernung oder der Größe des Fahrstrahls. Die Strahlen von E aus sind gestrichelt, die von E' kommenden sind ausgezogen; an beide Arten von Strahlen sind die Winkel, die sie mit der Achse bilden, in Graden herangeschrieben. So entsteht an jedem Mondort ein kleiner Winkel, gleich der Differenz der Richtungen seiner Schenkel, der die Mittelpunktsgleichung darstellt. Deutet man die Figur als Gang der Lichtstrahlen, die von E' kommen und an der Ellipse nach E reflektiert werden, so ist wesentlich, daß die Strahlen in E gleich dicht sind, in E' sich nach einer Richtung zusammen-drängen.

4. Berechnung eines Mondorts.

Um einen Mondort ohne Benutzung von Mondtafeln bloß aus den Elementen fast auf einen Grad genau zu finden, muß man die Zeiträume kennen, in welchen der Mond zum Frühlingspunkt, zum Knoten, zum Perigäum zurückkehrt (tropischer Monat M_1 , Drachenmonat M_2 , anomalistischer Monat M_3) und je eine Epoche für den Anfang je eines Monats der drei Arten, also einen Zeitpunkt, wo der Mond im Frühlingspunkt, im aufsteigenden Knoten, im Perigäum steht.

	tropischer Monat M_1	Drachenmonat M_2	anomalistischer Monat M_3
Dauer	27,322 ^d	27,212 ^d	27,555 ^d
Epoche	1905: XII 5 ^d , 18 ^h	XII 16 ^d , 15 ^h	XII 22 ^d , 6 ^h

Es sei zu bestimmen der Ort des Mondes 1906 Dez. 22, 18^h (nach italienischer Einteilung des bürgerlichen Tages, also 6^h nachmittags). Man berechne die seit jenen 3 Epochen verflossenen Zeiten zunächst in Tagen, dann in Monaten der zugehörigen Art:

$$\begin{array}{lll} \text{I} = 382,00^{\text{d}} & \text{II} = 371,12^{\text{d}} & \text{III} = 365,50^{\text{d}} \\ = 13,982 M_1 & = 13,64 M_2 & = 13,27 M_3 \end{array}$$

Der in der ersten Zahl enthaltene positive Bruchteil zeigt, daß der mittlere Mond 0,982 Umläufe = 354° vom Frühlingspunkt entfernt ist.

Die Mantisse der zweiten Zahl, = 0,64 U , läßt auf die Breite schließen, = -4° , die der dritten, = 0,27 U , auf die Mittelpunktsgleichung, = 6° . Addiert man diese zur mittleren Länge, so erhält man: Länge = 360° oder 0° , Breite = -4° .

Hierbei kann die Breite aus der gezeichneten Mondbahn der Sternkarte, die Mittelpunkts-gleichung ebendaher oder aus der obigen Figur entnommen werden. Zur Erleichterung dient folgende Tabelle:

+						
Bruchteil von U . . . {	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Breite	0°	2°	3°	4°	5°	5°
Mittelpunktsgleichung .	0°	2°	4°	5°	6°	6°
Bruchteil von U . . . {	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75

Je nachdem das Argument oben oder unten steht, erhält die gefundene Zahl das Vorzeichen (+) oder (-).

Während man bisher den Mond wegen seiner unentwirrbaren Unregelmäßigkeiten nie zu einfachen Aufgaben heranzog, sieht man hier, daß man ihm fast bis auf einen Grad nahe kommen

kann, ohne die Hilfsmittel der Fachastronomen zu benutzen. Begriffe wie Drachenmonat, deren Definition man in Astronomiebüchern findet, ohne ihre Berechtigung und den Zweck zu sehen, erhalten durch die obige Anwendung Leben und Bedeutung.

M. Koppe.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

Festschrift, **Adolph Wüllner** gewidmet zum 70. Geburtstage von der Königl. Technischen Hochschule zu Aachen. Mit dem Bildnis Wüllners, 8 Tafeln und 91 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1905. 264 S. M 8. — **A. Winkelmann**, Handbuch der Physik. V. Bd. 1. Hälfte: Elektrizität und Magnetismus. Mit 215 Abbildungen. Leipzig, J. A. Barth, 1905. 515 S. M 16. — **Die Fortschritte der Physik im Jahre 1904**. 60. Jahrg. III. Abt.: Kosmische Physik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 638 S. M 26. — **P. La Cour** und **J. Appel**, Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung für weitere Kreise in Wort und Bild. Übersetzt von Siebert. I. Bd. Mit 419 Abbildungen u. 2 Taf. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 491 S. M 15. — **L. Pfaundler**, Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Zehnte umgearbeitete und vermehrte Aufl. Mit über 3000 Abb. u. Taf. I. Bd.: Mechanik und Akustik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 544 S. M 7. — **O. Lehmann**, Fricks Physikalische Technik oder Anleitung zu Experimentalvorträgen sowie zur Selbsterstellung einfacher Demonstrationsapparate. 7. vollkommen umgearbeitete und vermehrte Aufl. I. Bd. 2. Abt. Mit 1905 Abb. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 1631 S. M 16, geb. M 18. — **Fr. Neesen**, Die Physik in gemeinfaßlicher Darstellung für höhere Lehranstalten. 2. vermehrte Aufl. Mit 294 Abb. u. 1 Spektraltaf. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1905. 383 S. M 4,50. — **M. v. Rohr**, Die optischen Instrumente. (Aus Natur und Geisteswelt. 8. Bändchen.) Mit 84 Abbild. Leipzig, B. G. Teubner, 1906. 130 S. Geb. M 1,25. — **Hallo** und **Land**, Elektrische und magnetische Messungen und Meßinstrumente. Eine freie Bearbeitung und Ergänzung des holländischen Werkes „Magnetische en Elektrische Metingen“ von G. J. von Swaay. Mit 343 Fig. Berlin, J. Springer, 1906. 517 S. Geb. M 15. — **L. Boltzmann**, Populäre Schriften. Leipzig, J. A. Barth, 1905. 440 S. Geb. M 8, geb. M 9. — **Ostwalds Klassiker**. Nr. 146. J. L. Lagrange, Über die Lösung der unbestimmten Probleme zweiten Grades. Übersetzt von E. Netto. Leipzig, W. Engelmann. 131 S. Kart. M 2,20. — Nr. 147. Listing, Beitrag zur physiologischen Optik. Herausgegeben von O. Schwarz. Mit 1 Bildnis u. 2 Taf. 52 S. Geb. M 1,40. — Nr. 150. J. Fraunhofer, Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögens verschiedener Glasarten in bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernrohre. Herausgegeben von A. v. Oettingen. Mit 1 Bildnis, 6 Fig. u. 2 Taf. 36 S. Geb. M 1,20. — **A. Righi**, Die moderne Theorie der physikalischen Erscheinungen (Radioaktivität, Ionen, Elektronen). Übersetzt von B. Dessau. Mit 17 Abb. Leipzig, J. A. Barth, 1905. 152 S. M 2,80. — **Schreiber** und **Springmann**, Experimentierende Physik. Zugleich vollständig umgearbeitete, deutsche Ausgabe von Henri Abrahams „Recueil d'Expériences élémentaires de physique“. I. Bd. Mit 230 Abb. Leipzig, J. A. Barth, 1905. 170 S. M 3,60, geb. M 4,40. — **O. Linders**, Zur Klarstellung der Begriffe Masse, Gewicht, Schwere und Kraft. Leipzig, Jäh & Schunke (Roßbergsche Buchhandlung), 1905. 22 S. M 1. — **J. Reiner**, Hermann von Helmholtz. (Klassiker der Naturwissenschaften. Herausgegeben von L. Briegel-Wasservogel. VI. Bd.) Leipzig, Th. Thomas. 203 S. M 3,50. — **H. Witte**, Über den gegenwärtigen Stand der Frage nach einer mechanischen Erklärung der elektrischen Erscheinungen. Mit 14 Fig. u. 1 Taf. (Naturwissenschaftliche Studien von E. Ebering. Heft 1.) Berlin, E. Ebering (G. m. b. H.), 1906. M 2,50. — **Th. Neweast**, Einige Weltprobleme. II. Teil. Wien, Carl Konegen, 1906. 90 S. M 1,50. — **K. Roesen**, Grundzüge der Physik, mit einem Anhang: Chemie und Mineralogie. Leipzig, O. Leiner, 1906. 180 S. M 2, geb. M 2,50. — **R. Walter**, Lehrbuch für den Unterricht in der Physik. 15. Aufl. Mit 484 Abb. Leipzig, F. Hirt & Sohn, 1905. 372 S. M 4. — **M. Rosenfeld**, Erster Unterricht in der Chemie und Mineralogie. Mit 77 Holzschn. Wien, Karl Fromme, 1906. 151 S. — **O. W. Fischer**, Kurzes Lehrbuch der chemischen Technologie. Mit 17 Abb. Wien und Leipzig, F. Deuticke, 1906. 159 S. 2 K. 30 h, geb. 2 K. 80 h. — **K. Kraus** und **J. Deisinger**, Naturlehre für Bürgerschulen. Mit 324 Abb. Wien, A. Pichlers Witwe & Sohn, 1905. 285 S. 2 K. 80 h. — **E. Fromm**, Einführung in die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Tübingen, H. Laupp, 1906. 274 S. M 4,50, geb. M 5,50. — **V. Henri**, Cours de chimie physique, prem. fascicule. Paris, A. Hermann, 1906. 336 p. Frs. 15. — **P. Groth**, Physikalische Kristallographie. 4. Aufl. Mit 750 Abb. Leipzig, W. Engelmann, 1905. 820 S. M 19, geb. M 21. — **Carus Sterne**, Werden und Vergehen. 6. Aufl. Bearbeitet von W. Bölsche. Berlin, Gebr. Bornträger. 592 S. M 25. — **G. Heymans**, Die Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens. 2. Aufl. Leipzig, J. A. Barth, 1905. 421 S. M 11, geb. M 12. — **K. Arndt**, Grundbegriffe der höheren Mathematik für Chemiker. Mit 11 Fig. Berlin, Mayer & Müller, 1905. 60 S. M 1,50.

— **N. Zuntz** und Genossen, Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen. Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co., 1906. 494 S. — **Sammlung Götschen**. Nr. 252. H. Danneel, Theoretische Elektrochemie. I. Mit 18 Fig. 197 S. M 0,80. — Nr. 261. E. Leher, Das Wasser und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe. Mit 15 Abb. Leipzig, G. J. Götschen, 1905. 124 S. M 0,80. — **F. Ritter von Höhnel**, Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 2. Aufl. Mit 94 Abb. Wien und Leipzig, A. Hartleben, 1905. 248 S. M 6. — **H. Krone**, Die radioaktive Energie, mit einem Anhang: Licht. Halle a. S., W. Knapp, 1905. 32 S. M 1. — **L. Gottlieb**, Praktische Anleitung zur Ausübung der Heliogravüre. Mit 12 Abb. Halle a. S. 1905. 55 S. M 1,50. — **E. Nesper**, Die drahtlose Telegraphie und ihr Einfluß auf den Wirtschaftsverkehr. Mit 29 Figuren. Berlin, Julius Springer, 1905. 157 S. M 3. — **H. Kurella**, Elektrische Gesundheitsschädigungen am Telephon (Zwanglose Abhandl. auf d. Gebiete d. Elektrotherapie u. s. w.). Leipzig, J. A. Barth, 1905. 56 S. M 1,50. — **J. M. Eder**, Geschichte der Photographie. Mit 148 Abb. und 12 Taf. 3. Aufl. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1905. 484 S. M 12. — **J. M. Eder**, Jahrbuch der Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1905. Mit 202 Abb. und 29 Kunstbeilagen. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1905. 568 S. M 8.

Sonderabdrücke: Ein elektrisches Ventilrohr. Von A. Wehnelt. S.-A. Sitz.-Ber. d. phys. med. Soz. in Erlangen, Bd. 37 (1905). — Die Erzeugung sehr weicher Röntgenstrahlen. Von A. Wehnelt und W. Trenkle. S.-A. Sitz.-Ber. d. phys. med. Soz. Erlangen, Bd. 37 (1905). — Über die Messung der Intensität der Röntgenstrahlen. Von B. Walter. S.-A. Verh. d. Berliner Röntgenkongresses 1905. — Ein neuer Apparat zur Bestimmung der Dampfdichte. Von E. Grimsehl. S.-A. Ztschr. f. angew. Chemie XVIII Heft 19. — Über einige Versuche mit verschiedenen Anordnungen zur Erregung elektrischer Schwingungen in Drähten. Von W. Biegon von Czudnochowski. S.-A. Verh. d. d. phys. Gesellsch. VII Nr. 12/13.

Himmelserscheinungen im Februar und März 1906.

Heliozentrische Koordinaten (Länge und Breite) der Planeten für 1906
von 30 zu 30 Tagen.

1906	♀	♀	♁	♂	♂	♃	♃
Jan. 19	233 ^o ,0 — 0 ^o ,7	283 ^o ,9 — 1 ^o ,6	118 ^o ,5	19 ^o ,1 — 0 ^o ,9	66 ^o ,4 — 0 ^o ,7		
Febr. 18	322,3 — 7,0	331,3 — 3,3	148,9	36,8 — 0,4	69,0 — 0,7		
März 20	123,4 + 6,8	19,0 — 2,8	179,0	53,7 + 0,2	71,7 — 0,6	336 ^o ,2 — 1 ^o ,7	
April 19	238,7 — 1,4	67,1 — 0,5	208,5	69,8 + 0,7	74,3 — 0,6		
Mai 19	330,0 — 6,8	115,6 + 2,2	237,6	85,0 + 1,1	76,9 — 0,5		
Juni 18	131,7 + 7,0	164,3 + 3,4	266,3	99,6 + 1,4	79,5 — 0,4	339,1 — 1,8	
Juli 18	244,3 — 2,1	212,8 + 2,3	291,9	113,6 + 1,7	82,1 — 0,4		
Aug. 17	338,2 — 6,5	260,6 — 0,3	323,6	127,2 + 1,8	84,7 — 0,3		
Sept. 16	145,3 + 6,9	308,1 — 2,7	352,7	140,5 + 1,8	87,2 — 0,3	342,0 — 1,9	
Okt. 16	249,9 — 2,7	355,6 — 3,3	22,2	153,6 + 1,8	89,8 — 0,2		
Nov. 15	346,8 — 6,1	43,5 — 1,8	52,2	166,7 + 1,6	92,4 — 0,2		
Dez. 15	155,2 — 6,7	91,7 + 0,9	82,6	180,0 + 1,4	94,9 — 0,1	344,9 — 2,0	

Mittlere Schiefe der Ekliptik für 1906,0: 23° 27' 5",17.

Durchgang der Sonne durch das

Frühlingsäquinoktium	Sommersolstitium	Herbstäquinoktium	Wintersolstitium
März 21, 13 ^h 54 ^m M.E.Z.	Juni 22, 9 ^h 41 ^m	Sept. 24, 0 ^h 14 ^m	Dez. 22, 18 ^h 54 ^m .

Totale Mondfinsternis, teilweise in Deutschland sichtbar, am Morgen des 9. Februar. Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde um 5^h 54^m, in den Kernschatten um 6^h 57^m M.E.Z. Die um 7^h 58^m beginnende Totalität kann wegen des inzwischen erfolgten Sonnenaufgangs in Deutschland nicht beobachtet werden. — Eine **partielle Sonnenfinsternis** findet am Vormittag des 23. Februar statt, ist jedoch nur im südlichsten Australien und der Antarktis sichtbar.

Phänomene der Jupitermonde	Febr. 3	19 ^h 43 ^m 52 ^s	I A.	Febr. 11	21 ^h 27 ^m 57 ^s	II E.	Febr. 26	20 ^h 0 ^m 13 ^s	I A.
	4	21 24 28	II A.	12	0 0 44	II A.	März 5	21 55 58	I A.
	8	18 21 35	III E.	15	22 22 23	III E.	8	21 8 39	II A.
	8	20 10 47	III A.	16	0 12 58	III A.	21	20 16 11	I A.
	10	21 39 42	I A.	17	23 35 32	I A.	23	20 24 35	III A.

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

	Februar						März						
	3	8	13	18	23	28	5	10	15	20	25	30	
♄	AR	20 ^h 17 ^m	20.51	21.25	22. 0	22.34	23. 9	23.43	0.15	0.41	0.59	1. 6	1. 2
	D	— 22 ^o	— 20 ^o	— 17 ^o	— 14 ^o	— 10 ^o	— 7 ^o	— 2 ^o	+ 2 ^o	+ 6 ^o	+ 9 ^o	+ 11 ^o	+ 10 ^o
♀	AR	20 ^h 56 ^m	21.21	21.46	22.10	22.34	22.57	23.21	23.44	0. 6	0.29	0.52	1.15
	D	— 19	— 17	— 15	— 13	— 11	— 8	— 6	— 3	— 1	+ 2	+ 4	+ 7
☉	AR	21 ^h 5 ^m	21.25	21.45	22. 4	22.23	22.42	23. 1	23.20	23.38	23.56	0.14	0.33
	D	— 17	— 15	— 14	— 12	— 10	— 8	— 6	— 4	— 2	0	+ 2	+ 4
♂	AR	23 ^h 57 ^m	0.10	0.24	0.38	0.51	1. 5	1.19	1.32	1.46	2. 0	2.14	2.28
	D	— 1	+ 1	+ 2	+ 4	+ 5	+ 7	+ 8	+ 10	+ 11	+ 12	+ 14	+ 15
♃	AR	3 ^h 38 ^m		3.41		3.45		3.49		3.55		4. 2	
	D	+ 19		+ 19		+ 19		+ 19		+ 20		+ 20	
♄	AR	22 ^h 21 ^m						22.35					
	D	— 12						— 11					
☉	Aufg.	7 ^h 42 ^m	7.34	7.24	7.14	7. 4	6.53	6.42	6.30	6.19	6. 7	5.55	5.43
	Unterg.	16 ^h 46 ^m	16.56	17. 5	17.15	17.24	17.33	17.43	17.52	18. 1	18.10	18.18	18.27
☾	Aufg.	12 ^h 0 ^m	16. 9	22.33	3.34	7.17	9. 8	11.53	16.31	—	4.12	6.29	8.28
	Unterg.	2 ^h 27 ^m	6.54	9.22	12.13	17.37	23.10	3.10	6.29	8.49	13. 7	18.48	—
Sternzeit im mittl. Mittg.		20 ^h 50 ^m 52 ^s	21.10.35	21.30.18	21.50. 0	22. 9.43	22.29.26	22.49. 9	23. 8.52	23.28.34	23.48.17	0. 8. 0	0.27.43
	Zeitgl.	+ 13 ^m 57 ^s	+ 14.20	+ 14.21	+ 14. 9	+ 13.38	+ 12.50	+ 11.49	+ 10.37	+ 9.15	+ 7.48	+ 6.18	+ 4.46

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel		Neumond	
		Febr. 1,	13 ^h 31 ^m	Febr. 9,	8 ^h 46 ^m	Febr. 16,	5 ^h 23 ^m	Febr. 23,
	März 3,	10 ^h 28 ^m	März 10,	21 ^h 17 ^m	März 17,	12 ^h 57 ^m	März 25,	0 ^h 52 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Februar	unsichtbar	unsichtbar	am westlichen Abendhimmel zuletzt nur noch 2 1/2 Std. lang sichtbar	abends im S und SW, zuletzt noch 6 1/2 Std. lang sichtbar	wird im Anfang des Monats un- sichtbar, Kon- junktion am 24.
im März	vom 8. ab abends im W sichtbar, um die Mitte des Monats 3/4 Stun- den lang	wird Mitte des Monats abends im W sichtbar, zuletzt 1/2 Std. lang	die Sichtbar- keitsdauer ver- ringert sich auf 1 3/4 Stunden	zuletzt nur noch 4 Std. lang im NW sichtbar	unsichtbar

Sternbedeckungen für Berlin:

Febr. 3,	α Tauri,	Eintritt: 18 ^h 37 ^m , 7 M.E.Z., Q = 50 ^h ;	Austritt: 19 ^h 52 ^m , 7 M.E.Z., Q = 279 ^o
28,	μ Ceti,	20 11 6	53 21 15 2
März 1,	f Tauri,	19 33 5	123 20 24 5
2,	γ Tauri,	19 59 7	115 21 1 9
3,	θ Tauri,	0 44 9	102 1 37 3
3,	θ ₂ Tauri,	0 52 3	127 1 32 7
12,	γ Virginis,	5 15 6	145 6 6 2
29,	α Tauri,	9 50 9	40 10 39 3

Veränderliche Sterne (M.E.Z.):	März 1	21 ^h 43 ^m	♄ Librae-Min.	März 19	21 ^h	U Sagitt.-Min.
Febr. 7	22 ^h 35 ^m	Algol-Min.	2 21 ^h 7 ^m	Algol-Min.	22 20 ^h 25 ^m	♄ Librae-Min.
10	19 ^h 24 ^m	Algol-Min.	6 23 ^h	U Sagitt.-Min.	22 22 ^h 50 ^m	Algol-Min
22	22 ^h 9 ^m	♄ Librae-Min.	8 21 ^h 17 ^m	♄ Librae-Min.	22 23 ^h	U Sagitt.-Min.
23		R Lyrae-Min.	15 20 ^h 51 ^m	♄ Librae-Min.	25 19 ^h 39 ^m	Algol-Min.
24	19 ^h	♄ Cephei-Max.	16 20 ^h	♄ Cephei-Min.	28 23 ^h	♄ Cephei-Max.
			17	R Lyrae Max.	29 19 ^h 59 ^m	♄ Librae-Min.

Nachträglich sei auch noch auf das am 22. Januar zu erwartende Maximum von Mira Ceti aufmerksam gemacht.

Das **Zodiakallicht** läßt sich im Februar in den Abendstunden besonders gut beobachten.

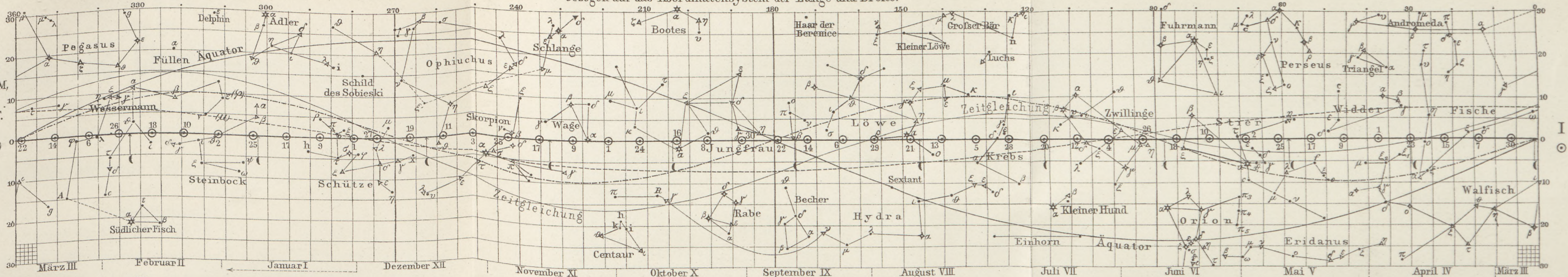
Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

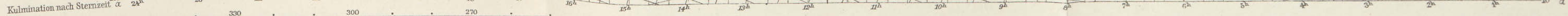
Die Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1906

bezogen auf das Koordinatensystem der Länge und Breite.

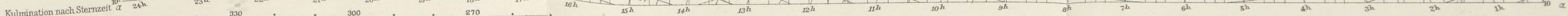
I. Tierkreisgürtel und ☉
 Länge der mittleren Sonne $\odot = M$,
 der strahlenden S ,
 der fingierten auf der Ekliptik F .
 $S - M = \mu$, $M - F = \rho$
 (μ und ρ in vierfachen Maßstab)
 Zeitgleichung (in Min.)
 Neumond \ominus
 Sterngrößen
 * \diamond \triangle \square
 1 2 3 4



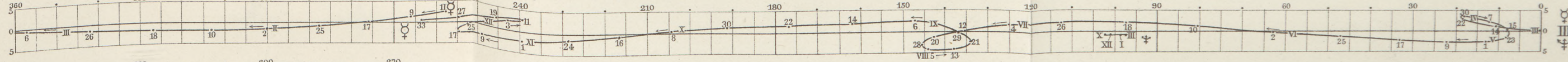
II. Halbe Tagesbogen
 für die
 Polhöhe von Berlin.
 $1/2 T$.



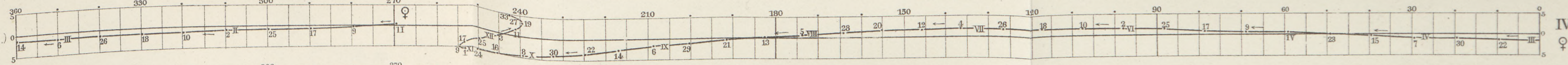
IIa Halbe Tagesbogen
 für die
 Polhöhe von Wien.
 $1/2 T$.



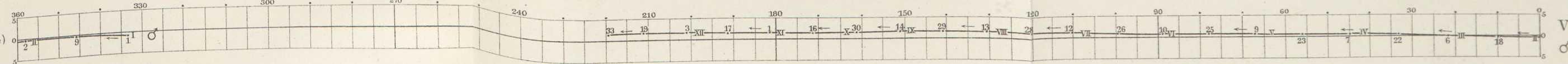
III. Merkur ☿
 (Intervall 8 Tage)
Neptun ♆



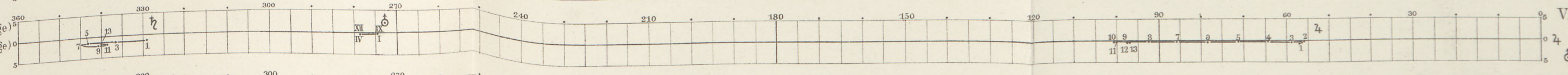
IV. Venus ♀ (8 Tage)



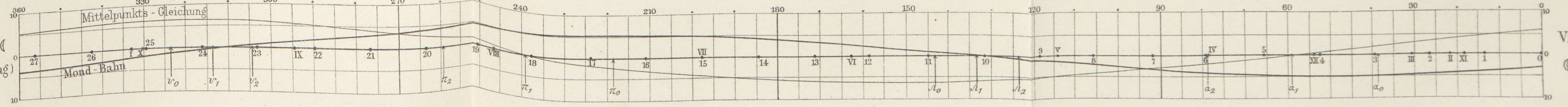
V. Mars ♂ (16 Tage)



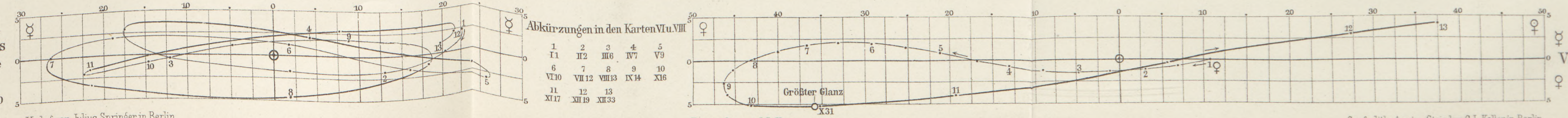
VI. Jupiter ♃ (32 Tage)
Saturn ♄ (64 Tage)
Uranus ♅



VII. Mond ☾
 (Intervall 1 Tag)



VIII. Stellung von Merkur und Venus relativ zur Sonne
 (Intervall 16 Tage)
 Doppelter Maßstab



Abkürzungen in den Karten VI u. VII

1	2	3	4	5
I 1	II 2	III 3	IV 4	V 5
6	7	8	9	10
VI 10	VII 11	VIII 12	IX 13	X 14
11	12	13		
XI 17	XII 18	XIII 19		

