

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang.

Fünftes Heft.

September 1898.

Die Emissionstheorie der Kathodenstrahlen.

(Vortrag, gehalten in dem naturwissenschaftlichen Ferienkursus zu Berlin, Ostern 1898.)

Von

W. Kaufmann in Berlin.

1. Seit der Entdeckung der X-Strahlen durch C. W. RÖNTGEN hat sich das Interesse der Physiker auch wieder in erhöhtem Maße derjenigen Erscheinung zugewandt, welche den Ausgangspunkt der Röntgenschen Entdeckung bildet, nämlich den „Kathodenstrahlen“.

Die erste sichere Beobachtung der nach dem Vorschlage von E. GOLDSTEIN jetzt allgemein als Kathodenstrahlen bezeichneten Erscheinung rührt von W. HITTORF her (*Pogg. Ann.* **136**, 198; 1869). Er beschreibt die bei hohen Verdünnungen auftretende Phosphoreszenz der Glaswände, unterscheidet jedoch noch nicht zwischen negativem Glimmlicht und Kathodenstrahlen. Besonders eingehend wurden dann in den nächsten Jahren die Eigenschaften der Kathodenstrahlen von E. GOLDSTEIN untersucht.

2. Schon um diese Zeit, als noch die Einzelercheinungen durchaus ungenügend durchforscht waren, versuchten verschiedene Physiker eine theoretische Erklärung der Eigenschaften der Kathodenstrahlen resp. der Gasentladungen überhaupt zu geben. Von den damals aufgestellten Theorien ist eine, die zuerst von CROOKES (*Phil. Mag.* **1**, 135; 1879) aufgestellte Emissionshypothese, wenn auch in etwas modifizierter Form, neuerdings fast allgemein als richtig anerkannt worden.

Wir wollen, bevor wir uns mit den Einzelheiten der Theorie näher befassen, zunächst die Vorgänge in einem Entladungsröhr betrachten, in welchem das zur Erzeugung der Kathodenstrahlen nötige Vakuum noch nicht erreicht ist.

Sie sehen hier (Fig. 1) ein cylindrisches Röhr, dessen eine aus einem Aluminiumdraht bestehende Elektrode zur Erde abgeleitet ist, während die andere plattenförmige mit dem negativen Pol einer 20 plattigen Influenzmaschine¹⁾

verbunden werden kann, deren + Pol ebenfalls zur Erde abgeleitet ist. Wenn ich den Strom schliesse, so sehen Sie die Röhre hell aufleuchten; gleichzeitig werden Sie be-

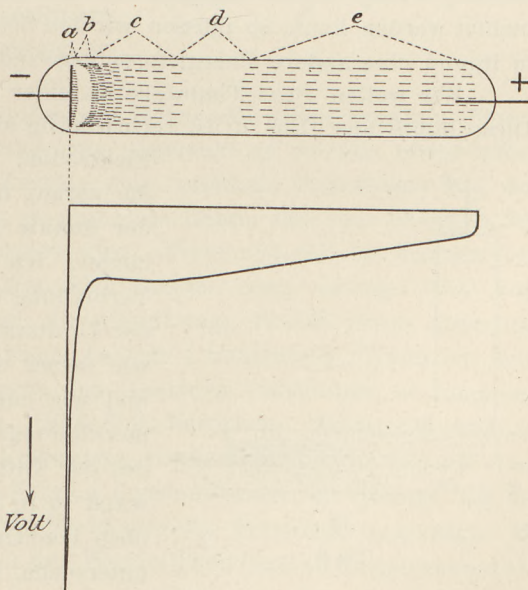


Fig. 1.

¹⁾ Die im folgenden beschriebenen Versuche lassen sich in kleinerem Maßstabe auch mit einer einfachen Influenzmaschine resp. einem kleinen Inductorium ausführen.

merken, daß das Licht keineswegs homogen ist, sondern aus mehreren deutlich unterscheidbaren Schichten besteht. Von der Kathode ausgehend haben wir zuerst eine dünne gelbliche Lichthaut (*a*), dann einen schmalen dunklen Raum (*b*), dann einen hellblauen Teil (*c*), der nach der Kathode zu scharf begrenzt, nach der anderen Seite verwaschen ist, sodann einen größeren dunklen Zwischenraum (*d*) und endlich im übrigen Teil der Röhre das rötliche sogenannte positive Licht (*e*).

Dieser äußerlich sichtbaren Verschiedenheit der einzelnen Teile der Entladungsbahn entspricht auch ein verschiedenartiges elektrisches Verhalten. Während nämlich bei einem metallischen oder flüssigen Leiter von ähnlicher Gestalt das Potentialgefälle längs der ganzen Strombahn constant ist, ist dies hier nicht der Fall; der Potentialverlauf läßt sich vielmehr, wie besonders aus neueren Versuchen von P. GRAHAM (*Inaug. Diss. Berlin 1898*) hervorgeht, etwa durch die im unteren Teile von Fig. 1 gezeichnete Kurve darstellen. Dem Maximum des Potentialgefälles an der Kathode entspricht auch ein Maximum der elektrischen Arbeit; da diese sich in Wärme verwandelt, so läßt sie sich durch ein an die Röhre angelegtes Thermo-
element leicht nachweisen. Ich habe ein solches mit dem Vorlesungsgalvanometer verbunden und halte es in die Nähe der Kathode; es bringt dort einen deutlichen Ausschlag hervor; ich halte es an andere Stellen der Röhre, der Ausschlag ist fast Null.

3. Wir sehen also, daß bei weitem der größte Teil der elektrischen Energie an der Kathode verbraucht wird. Dies ist noch viel mehr der Fall, wenn der Druck durch Auspumpen des Gases in der Röhre noch weiter erniedrigt wird; es concentriert sich dann das ganze Potentialgefälle auf die nächste Umgebung der Kathode. Gleichwohl findet man, daß bei einer solchen stark evakuierten Röhre an der Kathode auffällig wenig Wärme entwickelt wird; da die elektrische Energie aber nicht vernichtet werden kann, so müssen wir den Schluß ziehen, daß sie sich, statt in Wärme, in irgend eine andere Energieform verwandelt hat.

Wir wollen diese Thatsache an einer anderen Röhre etwas näher untersuchen. Diese Röhre hier (Fig. 2) ist rechtwinklig umgebogen und besitzt zwei plattenförmige Elektroden.

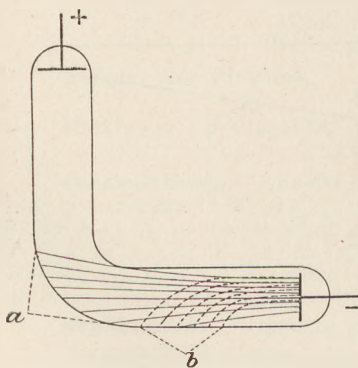


Fig. 2.

Dieselbe zeigt ähnliche Erscheinungen wie die vorige, nur ist infolge des geringeren Gasdruckes der dunkle Raum an der Kathode (*b* in Fig. 1) etwas länger. Ich setze jetzt die Röhre mit der Pumpe in Verbindung und Sie können sehen, wie mit zunehmender Verdünnung der dunkle Raum noch weiter wächst, wie ferner das Licht in der Röhre schwächer wird, und wie endlich eine neue Erscheinung sich bemerkbar macht, nämlich eine hellgrüne Fluorescenz des der Kathode gegenüberliegenden Teils der Röhrenwand (*a* in Fig. 2). Wenn ich jetzt mit dem bereits oben benutzten Thermo-
element den Zustand der Röhre untersuche, so finde ich in der Nähe der Elektroden

fast gar keine Wärme (trotz des auf anderem Wege nachweisbaren großen Potentialgefälles an der Kathode), dagegen eine intensive Wärmeentwicklung bei (*a*). Wenn ich der Röhre einen Magneten nähere, so sehen Sie, daß der hellgrüne Fleck von (*a*) wegwandert nach (*b*), gleichzeitig sehen Sie, daß der Ausschlag des Galvanometers langsam zurückgeht, daß also jetzt die Wärmeentwicklung bei (*a*) aufhört und die Glaswand sich langsam abkühlt. Durch Anlegen des Thermo-
elements bei (*b*)

läßt sich leicht zeigen, daß jetzt dort die Wärmeentwicklung stattfindet. Wir finden also, daß sich die elektrische Energie nicht mehr direkt in Wärme verwandelt, sondern in eine andere Energieart, welche von ihrem Erzeugungsort (der Umgebung der Kathode) sich fortbewegt und an irgend einer anderen Stelle sich in Wärme verwandeln kann.

Diese Energieform, von der wir soeben zwei Wirkungen, nämlich 1. die Fluoreszenz, 2. die Erwärmung der Rohrwände, und eine Eigenschaft, nämlich ihre Beeinflussung durch den Magneten, kennen gelernt haben, bezeichnet man nach einem Vorschlage von E. GOLDSTEIN als Kathodenstrahlen.

4. Wir müssen nun erst einige weitere Eigenschaften derselben untersuchen, um die Bezeichnung der Erscheinung als „Strahlen“ zu rechtfertigen. Schon bei der eben gezeigten Röhre können Sie sehen, daß die Fluoreszenz an dem Knick der Röhre aufhört und daß sich an der äußeren Seite der Biegung eine scharfe Grenze zwischen leuchtendem und nichtleuchtendem Glase herstellt; die Erscheinung sieht genau so aus, als würde die Röhre von einer an Stelle der Kathode befindlichen Lichtquelle erleuchtet.

Noch deutlicher tritt diese Analogie bei einer anderen Röhre hervor (Fig. 3), bei welcher Sie deutlich auf der Vorderwand der Glaskugel ein dunkles Kreuz auf hellem Grunde erkennen können; das Kreuz ist weiter nichts als der Schatten der beiden Drähte (*a*) und (*b*) welche augenblicklich beide als Anode dienen. Aus der Schärfe der Schattenränder geht jedoch hervor, daß die Emission der Strahlen nicht wie bei einer Lichtquelle von jedem Punkte der leuchtenden Fläche nach allen Seiten erfolgt, sondern daß jedes Oberflächenelement der Kathode nur nach einer ganz bestimmten Richtung emittiert, und zwar, wie sich bei näherer Untersuchung ergibt, nahezu senkrecht zur Oberfläche.

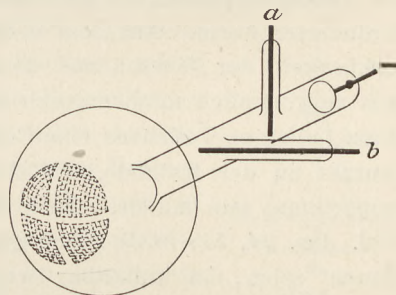


Fig. 3.

5. Wir können an der eben beschriebenen Röhre die schon erwähnte Eigenschaft der Kathodenstrahlen, durch den Magneten abgelenkt zu werden, etwas näher untersuchen. Ich befestige zu diesem Zwecke eine vertikale Papierskala auf der Vorderwand und lege einen Magnetstab so unter die Röhre, daß der Schatten des wagerechten Drahtes (*b*) nach oben abgelenkt wird. Ferner ist mit der Kathode ein Braunschkes Elektrometer verbunden. Das Elektrometer zeigt anfangs 5000 Volt (Regulierung mittels der Luftpumpe) und die Ablenkung, die ich durch Änderung der Entfernung des Magneten regulieren kann, beträgt 4 Skalenteile. Wenn ich jetzt den Hahn zur Luftpumpe öffne und dadurch den Gasdruck vermindere, so kann ich leicht ein Ansteigen des Potentials bis zu 10000 Volt bewirken; gleichzeitig können Sie beobachten, wie die magnetische Ablenkung abnimmt und zwar bis auf etwa 2,8 Skalenteile. Dividieren wir die Ablenkungen durch einander, so erhalten wir als Quotienten die Zahl $1,4 = \sqrt{2}$, während das Verhältnis der Potentiale $\frac{1}{2}$ beträgt. Es ist also die magnetische Ablenkbarkeit der Wurzel des Entladungspotentials umgekehrt proportional.

Daß wirklich das Entladungspotential allein die Ablenkbarkeit bestimmt, und daß die übrigen Versuchsumstände, wie Gasdruck, Stromstärke, Natur des Gases und der Elektroden, Form der Röhre etc. nur indirekt wirken, indem sie das Entladungspotential verändern, ist vom Vortragenden in einer vor etwa einem Jahre erschienenen Abhandlung ausführlich auseinandergesetzt worden (*Wied. Ann.* **61**, 544; 1897).

Wir wollen nunmehr die Richtung und den Sinn der magnetischen Ablenkung betrachten. Der Magnet liegt unter der Röhre (R in Fig. 4) mit dem Nordpol (N) nach rechts, die Kraftlinien durchsetzen also die Röhre von rechts nach links, und

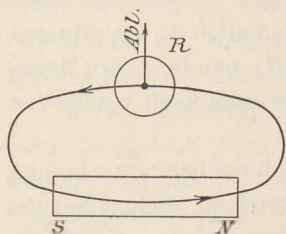


Fig. 4.

die Ablenkung der von hinten nach vorn sich bewegenden Kathodenstrahlen geschieht nach oben. Vergleichen wir diese Ablenkung mit derjenigen, welche ein in einem Ampèreschen Gestell beweglich aufgehängter Stromleiter durch einen Magneten erfährt, so sehen wir, dass die Ablenkung der Kathodenstrahlen analog ist der eines an ihrer Stelle befindlichen beweglichen Stromleiters, in dem der Strom nach der Kathode hinfließt. (Demonstration am Ampèreschen Gestell.)

Diese Thatsache versuchte CROOKES mittels folgender Hypothese zu erklären:

6. „Die Kathodenstrahlen bestehen aus Gasmolekülen, die sich an der Kathode negativ laden und dann von ihr elektrostatisch abgestoßen werden.“ Einem Magneten gegenüber muß sich ein derartiges mit großer Geschwindigkeit fortgeschleudertes Teilchen wie ein Strom verhalten, der seiner Bewegungsrichtung entgegengesetzt fließt.

Diese Hypothese ist jetzt fast allgemein als richtig angenommen, jedoch in etwas veränderter Form. Aus dem oben nachgewiesenen Gesetz, dass die magnetische Ablenkbarkeit der Wurzel aus dem Entladungspotential umgekehrt proportional sei, läßt sich nämlich mathematisch folgern, dass das Verhältnis zwischen Ladung (e) und Masse (m) eines Teilchens eine Constante sein muß, während bei einer Ladung durch Contact an der Kathode, wie sie CROOKES annahm, e/m dem Potential der Kathode proportional sein müßte. Auch die von A. SCHUSTER (*Proc. Roy. Soc.* **37**, 332; 1884; *Wied. Ann.* **24**, 74; 1885) zuerst gemachte Annahme, dass die Teilchen elektrolytische „Ionen“ seien, ist unhaltbar wegen des außerordentlich großen Wertes von e/m ; derselbe beträgt nach den Messungen des Vortragenden 1,5 bis 2×10^7 C.G.S.-E. pro Gramm (für ein Wasserstoffion ist e/m bloss etwa 10^4).

7. Wollen wir also an der Emissionshypothese festhalten, so müssen wir derselben die Form geben, dass wir die Kathodenstrahlen als mit einer bestimmten unveränderlichen Elektrizitätsmenge beladene träge Teilchen ansehen, die im übrigen weder mit den Gasmolekülen noch mit elektrolytischen Ionen identisch sind. (In dieser Form ist die Hypothese zuerst von E. WIECHERT [1897] aufgestellt worden.)

Die magnetische Ablenkbarkeit allein ist jedenfalls nicht ausreichend, um uns zur Aufstellung einer so complizierten Hypothese zu berechtigen. Wir müssen deshalb untersuchen, ob auch die sonstigen Eigenschaften der Kathodenstrahlen durch unsere Hypothese genügend erklärt werden.

8. Beginnen wir mit der bereits oben erwähnten Thatsache, dass die Kathodenstrahlen nahezu senkrecht zur Oberfläche der Kathode emittiert werden. Wie wir im Beginn unserer Betrachtungen gesehen haben, wird fast die ganze elektrische Arbeit in der Nähe der Kathode geleistet. Nach der Emissionstheorie wird dieselbe verwandt, um die geladenen Teilchen zu beschleunigen. Nun müssen, da die Kathode selbst notwendigerweise eine Potentialniveaufläche darstellt, die Kraftlinien in ihrer unmittelbaren Nähe senkrecht zu ihrer Oberfläche verlaufen, die Teilchen also auch senkrecht zur Kathodenfläche fortgeschleudert werden. Da die Teilchen den bei weitem größten Teil ihrer Geschwindigkeit bereits dicht an der Kathode erhalten, so kann eine etwaige Krümmung der Kraftlinien in größerer Entfernung von der Kathode keine

bedeutende Richtungsänderung mehr hervorbringen; thatsächlich bemerkt man bei Benutzung ebener Kathoden eine geringe Divergenz der Strahlen in grösserer Entfernung von der Kathode, sodafs die Schatten auf der Glaswand stets grösser sind als die schattenwerfenden Objekte.

9. Eine weitere Eigenschaft der Kathodenstrahlen, die wir auf ihr Verhältnis zu unserer Hypothese prüfen wollen, ist die von E. GOLDSTEIN (*Berliner Akad. Ber. 1876*) entdeckte „Deflexion“, vom Entdecker als „eine neue Art elektrischer Abstossung“ bezeichnet.

Die Erscheinung läfst sich an der vorhin gebrauchten Röhre ebenfalls beobachten (Fig. 3). Die Elektrode (*a*) diene nach wie vor als Anode, die Elektrode (*b*) wollen wir mit dem negativen Pole einer kleinen Hülfelektrisirmaschine verbinden; wenn ich dieselbe in Gang setze, so bemerken Sie eine deutliche Verbreiterung des Schattens von (*b*), je stärker ich drehe, desto breiter wird der Schatten. Verbinde ich den Draht mit dem positiven Pole, so ist keinerlei Wirkung vorhanden. Vom Standpunkt der Emissionstheorie ist die Erscheinung leicht zu erklären: In der Nähe jeder negativen Elektrode herrscht, wie wir gesehen haben, ein sehr starkes Potentialgefälle, also auch eine sehr starke elektrische Kraft; ein negativ geladenes Teilchen mufs dort also eine Ablenkung in der Richtung dieser Kraft erfahren. Denken wir uns einen Durchschnitt durch unseren deflektierenden Draht gemacht (*d* in Fig. 5), so wirkt die ablenkende Kraft in der Richtung seiner Radien nach ausen und ein Kathodenstrahl wird an demselben so abgelenkt werden, dafs er die in der Figur dargestellte krummlinige Bahn einschlägt. Es erhält deshalb der Schatten des Drahtes, der ursprünglich die Breite (*a*) hatte, durch die Deflexion die Breite (*b*). Dafs an einem positiv geladenen Drahte keine entsprechende Anziehung stattfindet, liegt daran, dafs wir dort kein merkliches Potentialgefälle, also auch keine elektrische Kraft haben.

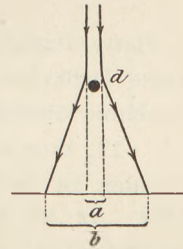


Fig. 5.

Dafs auch quantitativ die Deflexion sich als eine elektrostatische Abstossung darstellen läfst, ist vom Vortragenden gemeinschaftlich mit Hrn. E. ASCHKINASS (*Wied. Ann. 62, 588; 1897*) kürzlich nachgewiesen worden. Es ergab sich in Übereinstimmung mit der Theorie, dafs die Ablenkung der Intensität des ablenkenden Feldes direkt, der Potentialdifferenz der Elektroden umgekehrt proportional ist; ausserdem stimmte der absolute Betrag der Ablenkung sehr nahe mit dem aus der Theorie berechneten überein.

(Es folgt an dieser Stelle im Vortrage noch eine Beschreibung des zu den Deflexionsversuchen benutzten Apparates.)

10. Scheinbar im Widerspruch mit der Emissionshypothese steht nun aber die Thatsache, dafs es unmöglich ist, durch von ausen genäherte elektrisch geladene Körper eine Ablenkung der Kathodenstrahlen hervorzubringen. Die Erklärung hierfür ist jedoch bereits durch H. HERTZ (*Wied. Ann. 19, 782; 1883*) und A. SCHUSTER (l. c.) gegeben worden: Ein von elektrischen Entladungen durchsetztes Gas ist ein relativ guter Leiter, es ist deshalb nicht möglich, ein statisches Potentialgefälle in ihm hervorzubringen. Wenn ich mir z. B. eine evakuierte und stromdurchflossene Röhre zwischen zwei geladene Condensatorplatten gebracht denke (Fig. 6), so entsteht in dem Gase zwar im ersten Moment ein Potentialgefälle; dieses giebt jedoch sogleich Veranlassung zu einem Strome, der so lange anhält, bis die entstehenden entgegengesetzten Ladungen der Glaswand die äufsere Kraft gerade aufheben. Bringe ich andererseits die Platten im Innern der Röhre an, so entsteht ein dauernder Strom

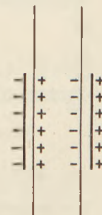


Fig. 6.

und ein Potentialgefälle nur in der Nähe der Kathode; wir haben dann wieder die oben besprochene Deflexionserscheinung.

11. Es ist jedoch neuerdings J. J. THOMSON (*Phil. Mag.* **44**, 293; 1897) gelungen, doch eine elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen zu erhalten. Er fand nämlich, daß die durch den Strom hervorgerufene Leitfähigkeit bei sehr hohen Vakuis verschwindet. Es ist deshalb bei Anwendung großer Verdünnungen (und sehr geringer Intensität der Strahlen) möglich, ein elektrostatisches Feld in der Röhre zu erzeugen. Ich will versuchen, Ihnen die Erscheinung zu demonstrieren. Die hier befindliche Röhre (Fig. 7) ist so weit ausgepumpt, daß der Strom eher durch eine 2 cm lange Luftfunkenstrecke übergeht, als durch die Röhre. Sie sehen auf dem mit Leuchtfarbe bestrichenen Glimmerschirm (S) einen blau leuchtenden Streifen, das

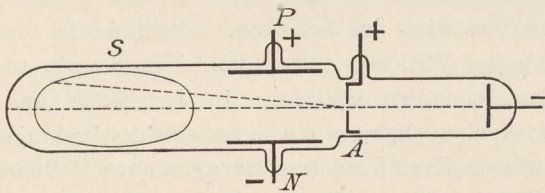


Fig. 7.

Abbild eines in der Anode (A) befindlichen Spaltes. Die Kathodenstrahlen passieren den Raum zwischen den beiden Patten (P) und (N), die mit einer kleinen Elektriermaschine verbunden sind; wenn ich dieselbe drehe, so werden die Strahlen abgelenkt und zwar in dem Sinne, daß sie von der

—Platte abgestoßen, von der +Platte angezogen werden. Daß die Erscheinung keine Deflexion ist, sehen Sie schon daraus, daß ich mit der kleinen Elektriermaschine überhaupt keine Entladung hervorrufen kann.

12. Eine merkwürdige und noch wenig aufgeklärte Eigenschaft der Kathodenstrahlen ist ihre von H. HERTZ und besonders von PH. LENARD (*Wied. Ann.* **51**, 225; 1894. **52**, 23; 1894. **56**, 255; 1895) untersuchte Fähigkeit, dünne Metallhäutchen zu durchdringen, und sich nach dem Passieren eines aus einem solchen Häutchen gebildeten Fensters sowohl in Luft von atmosphärischem Druck als auch im äußersten Vakuum fortzupflanzen, d. h. in einem Medium, in welchem sie bis jetzt auf keine Weise erzeugt werden können. Ohne uns hier mit dem Mechanismus des Hindurchfliegens durch ein solches Fenster näher zu befassen, wollen wir nur betrachten, ob die Kathodenstrahlen auch außerhalb des Fensters ihre elektrischen und magnetischen Eigenschaften noch behalten haben. Daß die magnetische Ablenkbarkeit unverändert bleibt, hat bereits LENARD selbst gezeigt. Die elektrostatische Ablenkbarkeit ist neuerdings von W. WIEN (*Verh. phys. Ges.* **16**, 165; 1897) nachgewiesen worden. Endlich hat TH. DES COUDRES (*Verh. phys. Ges.* **17**, 17 u. 60; 1898) gezeigt, daß man den aus dem Fenster tretenden Strahlen auch elektrostatische Beschleunigungen in ihrer

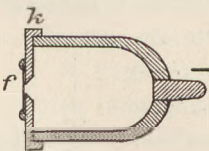


Fig. 8.

Bewegungsrichtung erteilen kann. Ich möchte Ihnen den Versuch hier demonstrieren. Die nach Angabe des Hrn. DES COUDRES gebaute Röhre (Fig. 8) besteht aus Hartgummi und besitzt eine Metallkappe (k), auf welcher das etwa 0,003 mm dicke Aluminiumfensterchen (f) von 2 mm Durchmesser aufgekittet ist. Zum Betriebe der Röhre dient ein kleiner Teslatransformator. Die aus

dem Fenster tretenden Strahlen fallen auf ein mit Baryumplatineyanür bestrichenes Glimmerblatt, welches dadurch hellgrün aufleuchtet. Die Strahlen müssen jedoch, bevor sie den Schirm treffen, eine dünne Aluminiumfolie durchdringen, die mit Hilfe einer kleinen Elektriermaschine positiv oder negativ geladen werden kann. Ist die Ladung positiv, so wirkt dieselbe beschleunigend auf die Kathodenstrahlen, sodaß dieselben den Schirm mit größerer Energie treffen, als wenn der Schirm negativ ist, wo-

durch ja die Strahlen verlangsamt werden müssen. Sie sehen dementsprechend, je nachdem der Schirm + oder - geladen ist, ein Heller- resp. Dunklerwerden des Schirmes.

13. Ganz entsprechende Versuche sind neuerdings vom Vortragenden (*Wied. Ann.* 65, 431; 1898) an den Strahlen im Inneren des Entladungsrohres angestellt worden, u. zw. wurde die Beschleunigung resp. Verzögerung durch die Änderung der magnetischen Ablenkbarkeit nachgewiesen, wobei sich auch in quantitativer Hinsicht eine gute Übereinstimmung mit der Theorie ergab.

14. Aus dem oben (§ 6) angegebenen Werte von e/m und dem Entladungspotentiale läßt sich die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen berechnen; sie ergibt sich für ein Entladungspotential von etwa 10 000 Volt etwa gleich $1/5$ der Lichtgeschwindigkeit. Neuere Versuche von E. WIECHERT (die Versuche sind noch nicht ausführlich veröffentlicht) haben thatsächlich einen von dem obigen nur wenig abweichenden Wert ergeben.

15. Nachdem wir so wie ich glaube zur Genüge nachgewiesen haben, daß die Bewegung der Kathodenstrahlen ganz analog derjenigen geladener Teilchen vor sich geht, bleibt noch der Nachweis zu führen übrig, daß thatsächlich negative Elektrizität längs der Bahn der Strahlen mitgeführt wird. Wir brauchen zu diesem Zwecke nur die Kathodenstrahlen auf eine Metallplatte (p in Fig. 9) fallen zu lassen, die wir durch das Vorlesungsgalvanometer zur Erde ableiten; die aus einem Drahtnetz bestehende Anode (a) ist ebenfalls mit der Erde verbunden. Wenn die Platte von den Kathodenstrahlen getroffen wird, so zeigt das Galvanometer einen deutlichen Ausschlag, und zwar, wie sich leicht nachweisen läßt, im richtigen Sinne; lenke ich die Kathodenstrahlen durch einen Magneten ab, so verschwindet der Ausschlag.

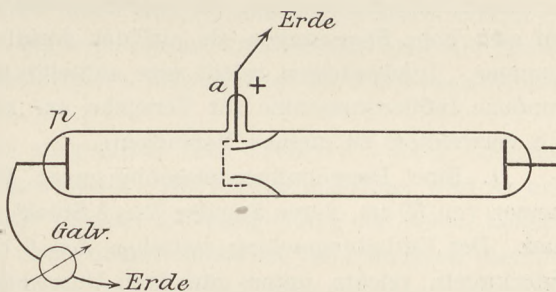


Fig. 9.

Auch die durch ein LENARDSches Fenster getretenen Strahlen führen noch Ladungen mit sich, wie durch W. WIEN (l. c.) nachgewiesen worden ist.

16. Wir können also unsere Ausführungen in den Schlufs zusammenfassen, daß sämtliche bisher bekannten Eigenschaften der Kathodenstrahlen in guter Übereinstimmung mit der Annahme stehen, die Kathodenstrahlen seien negativ geladene träge Teilchen, die jedoch nicht identisch sind mit den sonst angenommenen Molekeln oder Ionen, sondern eine besondere Art von Materie darstellen. Die weiteren Eigenschaften derselben aufzudecken, müssen wir der Zukunft überlassen.

Beiträge zur Funkentelegraphie und zur Wirkungsweise des Cohärers.

Von

Adolf Zilich zu Brünn.

Es wurde bis jetzt der Umstand nicht genügend hervorgehoben, daß die Funkentelegraphie mit den einfachsten Hilfsmitteln, wie sie ja den einzelnen Mittelschulen nur zur Verfügung stehen, wenigstens auf kürzere Entfernung, wie z. B. aus einem Zimmer durch Wände hindurch in ein anderes, was ja wohl zu Experimentierzwecken vollständig genügt, ausgeführt werden kann, sodafs gewifs viele Fachgenossen sich

nur durch die irrtümliche Ansicht, daß derlei Experimente nur mit großen Kosten und viel Zeitaufwand ausführbar seien, von der Anstellung solcher Versuche abhalten lassen.

Zur Ausführung der Versuche für kleinere Entfernungen genügen folgende Apparate: 1. eine Stromquelle für hochgespannte Ströme, 2. die Frittröhre oder der Cohärer, 3. eine möglichst leicht angehende gewöhnliche elektrische Klingel, 4. zwei bis vier galvanische Elemente.

Was die Hochspannungsstromquelle betrifft, so ist es ein Irrtum zu glauben, daß man nur einen größeren Funkeninduktor (von etwa 15 cm Funkenstrecke), dessen Anschaffungskosten verhältnismäßig hoch sind, und dessen Inbetriebsetzung, wenn man auf den Strom aus galvanischen Elementen angewiesen ist, ziemlich umständlich und zeitraubend wird, verwenden kann. Es reicht hierzu eine mittelgroße Influenzmaschine vollständig aus. Wiederholt von mir angestellte Versuche zeigten sogar, daß ein von einem größeren Funkeninduktor direkt zwischen den Entladern durch die Luft gehender Funkenstrom von ungefähr 15 cm Funkenlänge bedeutend weniger Wellen aussendet, als der 3 bis 5 cm lange einer mit Leydenerflaschen verbundenen Influenzmaschine. Es scheint somit bei der Erzeugung von Wellen weniger auf sehr hohe Spannungen als auf den Ausgleich großer Elektrizitätsmengen anzukommen. Infolgedessen reicht eine mittelgroße, mit 2 bis 4 Leydenerflaschen verbundene Influenzmaschine für Versuche auf kleinere Entfernungen vollständig aus. Ich verwendete zu meinen Versuchen:

1. Eine Doppelinfluenzmaschine nach WIMSHURST mit einem Scheibendurchmesser von 50 cm, deren Ständer (2×3 Stück) gleich zu Leydenerflaschen ausgebildet sind. Der Entladungsschlag zwischen den 6 bis 8 cm von einander entfernten Entladerkugeln reichte unter günstigen Umständen vollständig hin, einen in einem 2. und selbst in einem 3. Zimmer, welche durch volle Mauern (ohne Thüröffnung) von einander getrennt waren (die Luftstrecke betrug 14 bis 15 m, die Mauerstärke zusammen 1 m), befindlichen Cohärer zur Zeichengebung genügend stark anzuregen.

2. Eine kleinere HOLTZsche Influenzmaschine mit einem Scheibendurchmesser von 40 cm, die mit 2 Leydenerflaschen verstärkt ist. Auch deren 5 bis 6 cm langer Entladungsfunke reichte hin, den Cohärer, der sich in einem 2. durch eine 0,6 m dicke Mauer ohne Thüröffnung getrennten Zimmer in einer Luftentfernung von etwa 6 m befand, anzuregen.

Der von mir verwendete Cohärer unterschied sich von dem schon früher gebrauchten nur dadurch, daß durch die Mitte des 3 bis 4 cm langen, 1 cm weiten Messingrohres, durch Ebonit oder Kork isoliert, statt eines teureren Platindrahtes ein 3 bis 4 mm starker Messingdraht geführt wurde. Der Cohärer wurde etwa auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ seines Raums mit Spänen unedlen Metalles gefüllt. Probeweise verwendete ich nicht besonders feine Eisen-, Nickel- und Aluminiumspäne; bei Verwendung der letzteren gelangen die Versuche am besten und die Späne nahmen durch den Gebrauch an Empfindlichkeit eher zu als ab. Der Cohärer wird mit dem etwa 10 bis 12 cm herausragenden Drahtende mittels einer Klemme an einem Ständer, einer Kastenecke, einem Thürfutter etc. in schräg nach aufwärts gerichteter Lage angebracht. Einer der Stromzuleitungsdrähte wird an dem als Halter dienenden Draht angelegt. Um Wellen, die an dem Cohärer nutzlos vorbeigehen, demselben auch zuzuführen, werden Fangdrähte benutzt, indem man in den Raum, in welchem der Cohärer steht, am besten wagerecht in einer Höhe von 2 bis 3 m einen Kupferdraht ausspannt, dessen eines Ende ohne besondere Isolierung an der Mauer oder einem

Kasten befestigt ist, während das andere mit der Metallröhre des Cohärens in Verbindung steht. Eine besonders gute metallische Verbindung ist hier nicht erforderlich; einfaches Anliegen genügt. Der mittlere Draht des Cohärens wird mittels einer möglichst kurzen Leitung mit dem nächsten Gas- oder Wasserleitungsrohr oder mit einer Blitzableiterleitung behufs Erdschlusses verbunden. Werden lange Fangleitungen verwendet (ich benutzte 6 bis 8 m lange), so hat die Stellung des Cohärens keinen besonderen Einfluss; ja man kann denselben unter Vermeidung elektrischer Kurzschlüsse mit einer Blechbüchse umgeben, ohne dass er hierdurch am Ansprechen gehindert würde.

Es kann eine gewöhnliche elektrische Hausklingel benutzt werden, die aber so empfindlich ist, dass sie mit einem mittelgroßen Daniëlement verlässlich anspricht. Da die käuflichen Klingeln nicht immer die genügende Empfindlichkeit haben, so kann man durch Abschleifen oder Abschmirlen der betreffenden Blattfedern deren Empfindlichkeit bedeutend erhöhen.

Als Stromquelle eignen sich am besten Daniel-, Leclanché- und Trockenelemente. Erstere sind wohl etwas schwach, haben aber den großen Vorteil, dass sie während langer Zeit einen vollkommen unveränderlichen Strom geben, und beim Experimentieren eintretende Kurzschlüsse ihnen nicht schaden. Letztere wirken im frischen Zustande wohl kräftiger, bei längerem Stromschluss nimmt aber die Stromstärke ziemlich rasch ab, und Kurzschlüsse wirken, insbesondere bei Trockenelementen, sehr schädlich.

Der Versuch wird folgenderweise ausgeführt: Der Cohärer, 2 bis 3 Elemente und die Klingel werden hintereinandergeschaltet. Die Influenzmaschine wird so aufgestellt, dass die Funkenstrecke ungefähr parallel zur Fangleitung zu stehen kommt. Bei kräftiger Entladung jedoch spricht der Cohärer auch bei jeder anderen Stellung der Maschine ziemlich sicher an. Bei Verwendung der WILMSHURSTSchen Maschine, die mit ihrer Fangleitung in einer Entfernung von etwa 6 m in demselben Raume aufgestellt war, sprach der Cohärer schon an, bevor noch eine Funkenentladung zwischen den Entladerkugeln eintrat. Es musste daher die an den Saugspitzen und Ausgleicherpinseln auftretende Büschelentladung Wellen erzeugen, die zum Anregen des Cohärens genügend stark waren.

Lässt man in der Nähe des Cohärens auf die Fangleitung oder auf dessen Messingrohr von einem geriebenen Glas- oder Harzstab oder von dem geladenen Teller eines Elektrophors schwache Funken überspringen, so muss der Cohärer bei genügender Empfindlichkeit angeregt werden. In den meisten Fällen genügt schon eine Annäherung des geladenen Körpers an den Cohärer zu dessen Erregung und zum Ansprechen der Klingel. Ist der Cohärer angeregt und hat die Klingel angesprochen, so läutet sie selbstverständlich so lange, bis die Lagerung der Metallspäne durch eine leichte Erschütterung, wie z. B. Anschlagen mit einem Metall- oder Holzstäbchen, Anstoßen auf den Fußboden, wieder aufgehoben wird. Es kann vorkommen, dass trotz Erzeugung von Wellen die Glocke nicht anspricht. Dies kann auf zweierlei Ursachen beruhen: entweder war der Cohärer zu schwach angeregt oder die Glocke konnte mechanischer Bewegungshindernisse wegen nicht angehen. War letzteres der Fall, so genügt es oft, die Glocke leicht zu erschüttern oder den Anker mechanisch zum Schwingen zu bringen, um die Glocke zum andauernden Läuten zu veranlassen. Wurde der Cohärer nur sehr schwach oder gar nicht angeregt, so bleibt eine mechanische Erschütterung der Glocke erfolglos.

Befindet sich in der Sammlung ein genügend empfindliches Relais, so erreicht man durch Anwendung desselben eine bedeutend größere Empfindlichkeit des Em-

pfängerapparates und man kann hierdurch selbst bei Anwendung der Influenzmaschine gröfsere Entfernungen überwinden. Die Schaltung wäre in diesem Falle folgenderweise zu treffen: ein bis zwei Elemente werden mit den Magnetspulen des Relais und mit dem Cohärer hintereinandergeschaltet, während die Glocke mit ebenfalls ein bis zwei Elementen über den Arbeitskontakt des Relais hintereinandergeschaltet werden. Es ist zu erwähnen, dafs für Glocke und Relais nicht 2 getrennte Battereien erforderlich sind, sondern dafs der Relais-Cohärerstrom und der Läutestrom mit Vorteil ein und derselben Stromquelle entnommen werden können, da die durch das Läuten der Glocke bewirkten Stromschwankungen nur günstig auf das Ansprechen des zu ihr parallel geschalteten Cohäriers einwirken, auf welchen Umstand ich später noch zu sprechen kommen werde.

Um das Verhalten des Cohäriers näher zu untersuchen, wurden mittels eines SIEMENSschen Universalgalvanometers verschiedene Widerstandsmessungen an demselben ausgeführt, welche folgende nicht uninteressanten Ergebnisse lieferten: Der Widerstand des abgeklopften Cohäriers war immer gröfser als 59000 Siemens-Einheiten. Da das Mefsbereich des Instrumentes nicht höher lag, so konnte der genaue Wert desselben nicht festgestellt werden. War der Stromkreis unterbrochen und wurden in demselben Raume in der Entfernung von etwa 6 m mittels der WHIMSHURSTschen Influenzmaschine durch Überschlagen eines Funkens zwischen ihren Entladerkugeln Wellen erzeugt, so sank bei wiederholten Versuchen der Widerstand des Cohäriers auf 30 bis 40 Siemens-Einheiten. War der Stromkreis nicht unterbrochen, jedoch die Glocke durch Festklemmen ihres Ankers am Läuten gehindert, so ergaben die Messungen für den Cohärer unter den gleichen Umständen etwas kleinere Widerstände und zwar lagen deren Werte zwischen 18 und 30 Siemens-Einheiten. Wurde der Cohärer angeregt, und die Glocke am Läuten nicht gehindert, oder liefs man nachträglich die Glocke läuten, so sank der Cohärerwiderstand bis auf 6 bis 8 Siemens-Einheiten.

Bei den Widerstandsmessungen zeigte sich schon, dafs die Stärke des verwendeten Mefsstromes von Einflufs auf den Cohärerwiderstand war (es kamen beim Messen 1, 2, 3 und 4 Trockenelemente zur Verwendung); insbesondere bewirkte das öftere Öffnen und Schliessen des Stromkreises eine Erniedrigung des Widerstandes.

Gewöhnlich wird die hohe Empfindlichkeit des Cohäriers dadurch nachgewiesen, dafs man ihn, der mit Batterie und Glocke hintereinandergeschaltet ist, sehr nahe an den Unterbrechungskontakt der Glocke bringt und letztere auf kurze Zeit dadurch zum Läuten veranlafst, dafs man letzteren mittels eines seine Klemmen verbindenden Drahtes kurzschliesst. Wird diese Verbindung aufgehoben, so läutet die Glocke weiter, wodurch bewiesen ist, dafs der Cohärer angeregt wurde. Diese Anregung des Cohäriers wird häufig den durch den Unterbrechungsfunken erzeugten Wellen zugeschrieben. Nach meinen Untersuchungen haben die Wellen bei diesem Versuche entweder gar keinen oder nur einen sehr untergeordneten Einflufs auf die Anregung des Cohäriers; denn es gelingt der Versuch ebensogut:

1. wenn der Cohärer sich viele Meter weit von der Glocke und von der Kurzschlussstelle entfernt befindet;
2. wenn die Glocke ohne Stromunterbrechung während des Kurzschlusses am Läuten gehindert wird und erst nach dessen Aufhebung freigegeben wird, mithin an den Glockenkontakten während des Kurzschlusses keine Wellen entstehen können;
3. wenn der 2. Versuch so angestellt wird, dafs der Kurzschluss in einer nicht zu gut leitenden Flüssigkeit, wie z. B. gewöhnliches Wasser, herbeigeführt, also ein Entstehen von Funken und daher eine Wellenbildung absolut ausgeschlossen erscheint.

im Raume fortpflanzen. Bei meinen Versuchen, bei welchen die genannte Whimshurstsche Maschine als Stromquelle verwendet wurde, schloß ich den gläsernen Radiator in eine Eisenblechbüchse so ein, daß nur die oberen Kugeln hervorragten, und machte die überraschende Entdeckung, daß ein durch 2 Zimmer und 2 Wände (etwa 15 m Luft- und 1 m Mauerstrecke) getrennt aufgestellter Cohärer samt Läutewerk und Batterie ebenso kräftig angeregt wurde, als wie durch den freistehenden Radiator. Es hatte auch keinen wesentlichen Einfluß, wenn man die Funkenbildung zwischen den Entladerkugeln der Maschine und den oberen Radiatorkugeln durch deren metallische Verbindung unmöglich machte, also eine Funkenentladung nur zwischen den im Öl befindlichen, vom Eisenblech vollständig umgebenen Radiatorkugeln stattfand. Nachdem bei kräftigen Entladungen das schwache Pulverglas wiederholt zertrümmert wurde, goß ich das Öl direkt in die Blechbüchse und liefs durch deren metallischen Deckel die kugeltragenden Messingstäbe, mittels Kork und Glasröhren isoliert, gehen. Auch dieser Radiator wirkte für die oben angeführten Entfernungen sehr verläßlich. Nachdem die Möglichkeit einer so großen Wellendurchlässigkeit der Blechbüchse, wie sie zur Erregung des ziemlich weit entfernten Cohäriers notwendig wäre, bei dem verhältnismäßig dicken Eisenblech so ziemlich ausgeschlossen ist, so war ich zur Annahme genötigt, daß bei der Influenzmaschine wohl die Funkenstrecke im Öl die Ursache der kräftigen Wellenerregung sei, daß die Wellen aber nicht in dieser kurzen Strecke allein, sondern auch in allen Metallbestandteilen des Apparates auftreten und von diesen ebenfalls ausgesendet werden.

Um in diesem Punkte Klarheit zu erlangen, wurden die Versuche mit der ebenfalls schon erwähnten Holtzschen Influenzmaschine, sowie mit einem größeren Funkeninduktor gemacht. Bei ersterer machte die Anwendung eines gläsernen und eines Eisenblechradiators einen großen Unterschied. Die Wellenerregung war bei der Anwendung des letzteren sehr schwach. Bei Anwendung des Funkeninduktors war dieser Unterschied wohl bemerkbar, aber lange nicht so bedeutend. Dies steht im Einklang mit meiner Annahme, da sowohl die Holtzsche Influenzmaschine als auch der Funkeninduktor bedeutend weniger gestreckte Metallmassen haben als wie die Whimshurstsche Maschine. Es lag daher der Gedanke nahe, die Wirkung der verwendeten Stromerzeuger durch Anfügen von gestreckten Metallmassen (Stäben oder Drähten) zu verstärken. Bei der Influenzmaschine und dem Funkeninduktor wurden entweder einerseits oder beiderseits je ein Metallstab von etwa $1\frac{1}{2}$ m Länge parallel zur Funkenstrecke als äußere Verlängerung der Entlader angelegt; zur Vermeidung von Erdschlüssen wurden die äußeren Enden durch Glas oder dergl. isoliert. Die Wirkung war eine außerordentlich günstige. Es wurde z. B. unter Anwendung der Whimshurstschen Maschine, des eisernen Radiators und einer Verstärkungsstange der in einem anderen Flügel des Schulgebäudes im selben Stockwerke aufgestellte Cohärer, welcher mit einer wagerechten Fangleitung versehen war, wiederholt zum Läuten einer Klingel genügend angeregt. Die Wellen hatten bei dieser Anregung eine volle Hauptmauer ohne jede Öffnung von 75 cm Dicke, eine zweite gleichstarke Hauptmauer mit 4 Fenstern (beim Versuche stand 1 Fenster offen) und eine Luftstrecke von etwa 70 m zu überwinden.

Die Holtzsche Influenzmaschine konnte ohne Radiator nur bei Anwendung zweier größerer Leydenerflaschen genügende Wellen erzeugen, um einen mit Fangleitung versehenen Cohärer, der sich in einem zweiten, durch eine thürlose Zwischenmauer getrennten Zimmer befand, anzuregen. Bei Anwendung eines Verstärkungsstabes erfolgt unter denselben Umständen die Anregung ohne jede Leydenerflasche. Der

Stoff und die Dicke der Stäbe scheinen nur von sehr geringem Einfluß zu sein. Beim Versuche fanden etwa 5 bis 7 mm starke Eisen- und Messingstäbe, sowie gewöhnliche kupferne Leitungsschnüre Anwendung. Wurde das von der Erde isolierte Ende eines Verstärkungsstabes mit einer ebenfalls isolierten Metallplatte von etwa 25×25 cm Fläche verbunden, so scheint hierdurch gleichfalls die Wirkung verstärkt zu werden. Doch scheint der Einfluß der Drahtlänge zu überwiegen, da bei Aufstellung derselben Platte in unmittelbarer Nähe der Entladerkugeln und daher bei Anwendung einer sehr kurzen metallischen Verbindung zwischen Maschine und Platte die Wirkung bedeutend schwächer war, als wenn die Platte in einer Entfernung von etwa $1\frac{1}{2}$ m seitlich von der Maschine stand und die Verbindung durch entsprechend langen Draht hergestellt wurde. Wurde die der Influenzmaschine nahestehende Platte durch eine lange Schnur, die auf einem Glascylinder aufgewickelt war, verbunden, so war die Wirkung auch bedeutend schwächer, als wenn die gleichlange Schnur in ausgespannter Lage die weitergestellte Platte mit der Influenzmaschine verband.

Versuche mit Tauchern.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

Der Cartesianische Taucher ist ein Vertreter derjenigen Apparate, welche sich zwar weniger gut zur ersten Einführung in ein Erscheinungsgebiet oder zum Nachweis grundlegender Gesetze eignen, denen aber die nicht minder wichtige Aufgabe zufällt, physikalisches Denken, ein allmählich immer sicherer werdendes Anwenden des Erlernten anzubahnen. Gerade von solchen, gewissermaßen in zweiter Linie zu verwendenden Apparaten ist im Sinne einer Steigerung des Eifers zu verlangen, daß sie die Erscheinungen in einer die Schüler anziehenden Form darbieten. Da der Cartesianische Taucher aus naheliegenden Gründen dieser Forderung entspricht, so sind bereits mehrfach Versuche beschrieben worden, mit ihm nicht nur die Gesetze des Schwimmens und der Volumänderung von Luft bei Zu- und Abnahme des Druckes zu befestigen, sondern um auch die Anwendung des Tauchers für die experimentelle Behandlung angrenzender Erscheinungsgebiete herbeizuführen. SCHWALBE benutzt u. a. den Taucher zur Demonstration der Druckfortpflanzung in Gasen (*Zeitschr. z. Förd. d. phys. Unt. III, 1886*), HEYDEN verwendet denselben zur Erläuterung der Fallbewegung; auch zeigt er mit zwei Cylindern, die mit Tauchern und Membranen in bekannter Weise versehen sind, die Verteilung des Druckes an einer mit verschiebbarem Gewicht belasteten Stange auf deren beide Enden (*ebenda*; vgl. ferner O. LIEBREICHS Vortrag in d. physik. Gesellsch. z. Berlin, diese *Zeitschr. IV, 211*). Auch die nachstehend beschriebenen Versuche sollen der Anwendung des Tauchers teils im Unterricht gelegentlich von Wiederholungen, teils bei Schülerversuchen dienen.

Bezüglich der zu benutzenden Form des Tauchers möge vorausgeschickt werden, daß in vielen Fällen ein Reagensglas auch ohne Beschwerung ausreicht. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß nicht zur ersten Vorführung ein stets verwendungsbereiter, mit Membran bespannter Cylinder, der einen mit Glasröhrchen versehenen Taucher enthält, den Vorzug verdiene. Um das für die mitzuteilenden Versuche empfehlenswerte einfache Reagensglas mit dem erforderlichen Luftquantum zu versehen, gießt man zunächst so viel Wasser hinein, daß es aufrecht auf Wasser schwimmt, und tröpfelt alsdann vorsichtig weitere Mengen Wasser hinein, bis es nur

noch wenig aus der Oberfläche hervorragt. Hierauf zieht man das Gläschen heraus, verschließt es mit dem Finger und taucht es verkehrt in einen zum Überlaufen vollen Cylinder mit Wasser hinein. Bei einiger Übung gelingt es auf diese Weise leicht, die Taucher fast regelmäfsig richtig zu füllen, so dafs nur etwa die Hälfte des Bodens aus dem Wasser hervorragt. Zu empfehlen ist, ein leichtes Drahthäkchen mit Siegellack auf der äusseren Seite des Bodens zu befestigen, um einen zu wenig Luft enthaltenden Taucher mit einem unten kurz umgebogenen Draht schnell wieder emporziehen zu können. Auch hat man daran zu denken, dafs durch unnötiges Umfassen des Gläschens mit der Hand vor dem Verschließen mit dem Finger ein Teil der Luft durch Erwärmen entfernt würde. Übrigens gehört ein ein- oder zweimaliges Mifslingen der beschriebenen Taucherfüllung wohl zu denjenigen Momenten des Unterrichtes, die bei manchen Schülern erst recht zur Gewinnung des Verständnisses beitragen.

1. Schon oft ist empfohlen worden, die Membran aus Blase oder Kautschuk, welche den Cylinder des Tauchers abschließt, durch einen Stopfen mit angeschlossener Verbindung von Glas- und Gummiröhren zu ersetzen (vgl. die Zusammenstellung bei FRICK-LEHMANN, *Phys. Technik*, 6. Aufl., I, 354). Man erreicht so eine bessere Beurteilung der Gröfse des Druckes, der Sinken oder Steigen des Tauchers herbeiführt. Bei der in Fig. 1 dargestellten Versuchsanordnung drückt man den mit

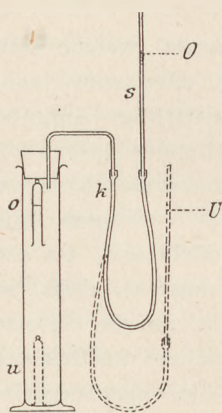


Fig. 1.

der Rohrverbindung versehenen, gut schließenden Kork- oder Gummistopfen auf den bis an den Rand mit Wasser gefüllten Cylinder und läßt den Überschufs des Wassers aus der Glasröhre s herausfließen. Durch kurzes Zusammendrücken des Schlauches wird dann noch etwas mehr Wasser zum Ausströmen gebracht und nachgesehen, ob man durch Emporhalten der Druckröhre s den Taucher zum Sinken bringen kann. Ist dies der Fall, so wird s in eine Stativklemme senkrecht eingespannt. Durch Heben und Senken der Röhre in der natürlich nicht zu fest geschraubten Klemme gelangt man zu denjenigen Niveaustellungen des in der Druckröhre befindlichen Wassers, bei welchen ein Sinken oder Steigen des in seinen Grenzstellungen befindlichen Tauchers erfolgt. Mißt man mittels eines dahinter aufgestellten, senkrechten Maßstabes den Abstand dieser beiden

Niveaustellungen O und U , so ist derselbe genau gleich dem Höhenunterschied ou des Niveaus des Wassers im Taucher. Die Volumänderung der eingeschlossenen Luft während des Emporsteigens oder Sinkens macht sich durch Verschiebung der Wassersäule in der Röhre s bemerkbar.

Man zeigt hierauf, dafs es unmöglich ist, der Druckröhre eine solche feste Aufstellung zu geben, dafs der Taucher sich schwebend erhält. Nur durch eine Art vorsichtigen Balancierens mittels der auf- oder abwärts zu bewegenden Druckröhre gelingt es, den im labilen Gleichgewicht befindlichen Taucher in der Mitte des Cylinders festzuhalten. Auf die Frage, ob nicht bei besonderer Beschaffenheit der Flüssigkeit im Cylinder der Taucher in ein stabiles Gleichgewicht zu bringen sei, wird der Vorschlag gemacht werden, im Cylinder auf eine spezifisch schwerere Flüssigkeit Wasser aufzuschichten. Man kann die Dichte der Bodenschicht unter vereinfachenden Annahmen in einer Aufgabe berechnen lassen.

2. Vertauscht man die einige mm weite Druckröhre mit einer engeren, so ist natürlich das in derselben durch die Volumänderung der Luft des Tauchers be-

dingte Sinken oder Ansteigen des Wasserniveaus ein erheblich größeres. Diese beim Fallen und Steigen des Tauchers entstehenden Verschiebungen der Wassersäule in s vermindern den Antrieb, durch welchen der Taucher seine Bewegung ausführt. Daher sinkt und steigt derselbe um so langsamer, je enger die Röhre s ist. Schließt man endlich die im Stopfen befindliche Röhre durch Aufsetzen eines Quetschhahnes auf den Gummischlauch, so fällt die für den Cartesianischen Taucher gewöhnlicher Art charakteristische Beschleunigung seiner Bewegung fast ganz fort; er fällt und steigt gleichförmig mit mehr oder weniger großer Geschwindigkeit, je nachdem eine größere oder geringere Druckänderung die Wasserverdrängung des Tauchers beeinflusst hatte. Um die Erscheinungen am Cartesianischen Taucher mit abgeschlossenem Cylinder, auf welche meines Wissens bisher nicht aufmerksam gemacht worden ist, am reinsten zu sehen, muß man für das Fehlen von Luftblasen unter dem Stopfen, sicheres Schließen des letzteren und für die Möglichkeit sorgen, den Druck um sehr kleine Beträge ändern zu können. Hierzu können verschiedene Mittel angewandt werden. Am einfachsten ist es, den Kautschukschlauch unweit der im Stopfen befindlichen Röhre (bei k Fig. 1) mit dem Quetschhahn zu verschließen, nachdem die Druckröhre s zuvor in eine der Grenzstellungen O und U , das Luftvolumen des Tauchers also auf die dem labilen Zustande entsprechende Größe gebracht worden ist. Man kann alsdann durch mehr drehende als schiebende Bewegung der im Stopfen befindlichen Röhre das Luftvolumen im Taucher leicht äußerst wenig abändern. Es gelingt so, dessen Fallbewegung derart zu verlangsamen, daß die Geschwindigkeit nur etwa 10 cm in der Minute beträgt. Ein anderes Hilfsmittel ist die Benutzung eines Schraubenquetschhahns zwischen der im Stopfen sitzenden Glasröhre und dem Quetschhahn bei k . Bequem wäre ferner die Verwendung einer feinen, in einer zweiten, den Stopfen durchsetzenden Röhre verschiebbaren Schraubenspindel.

Will man zur Erprobung der Empfindlichkeit des Apparates, sowie zu allerlei anschließenden Messungen die Größe der Volumänderungen, welche dem Taucher die eine oder andere Bewegung erteilen, feststellen, so kann man hierzu die mit dem Apparate der Fig. 2 verbundene U-förmige Capillare benutzen, in der ein Quecksilberfaden sich befindet. Die Verschiebung desselben geschieht mittels des an der Kautschukröhre r wirkenden Schraubenquetschhahns q . Die Röhre r ist bei p durch ein Stückchen Glasstab verschlossen und enthält ebenso wie die Röhre t Wasser. Der Cylinder in Fig. 2 ist statt eines Stopfens zur Vermeidung sehr geringer elastischer Nachwirkungen mit einer dicken, auf den breiten Rand des Cylinders gut aufgeschliffenen Glasplatte verschlossen, welche mit zwei Durchbohrungen versehen ist. In diesen befinden sich sehr kurze Stücke Gummischlauch und bewirken einen festen und vollkommen dichten Sitz der Röhren t und t' , welche nach Bestreichen mit etwas Talg unter vorsichtigem Drehen hineingeschoben wurden. Die unteren Öffnungen von t und t' sind so weit verengt, daß keine Luftblasen eindringen können, wenn zur Vorbereitung der Versuche diese Röhren durch Ansaugen mit Wasser gefüllt sind. Die Röhre t' ist mit einem Schlauchstückchen versehen, welches mit dem Quetschhahn q' verschlossen werden kann. Zum Füllen von Röhren und Cylinder verwende man abgekochtes destilliertes Wasser. Nachdem die Capillare und die damit verbundene Röhre r mit etwas Quecksilber, im übrigen mit Wasser unter Ver-

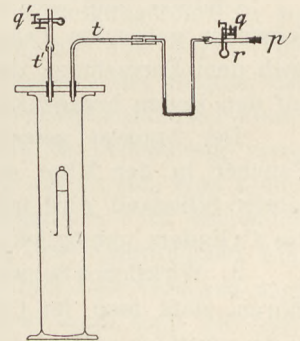


Fig. 2.

meidung von Luftblasen gefüllt sind, wird die Capillare in den an t befindlichen, ebenfalls ganz mit Wasser gefüllten und provisorisch zugeführten Schlauch hineingeschoben. Der Taucher wird nach dem unter 1 angegebenen Verfahren mit einem solchen Luftquantum versehen, daß er im Wasser des Cylinders untersinkt. Der Cylinder wird nach vollständiger Füllung mit Wasser so mit der Deckplatte verschlossen, daß keine Luftblasen unter derselben zurückbleiben. Alsdann saugt man mittels einer Pipette, welche vorübergehend in das an t' befindliche Schlauchstückchen eingeschoben wird, unter leisem Drucke auf den Quetschhahn q' so viel Wasser heraus, daß der Taucher ganz langsam emporsteigt.

Der so vorgerichtete Apparat ist ein äußerst empfindlicher Indikator für Volumänderungen. Er teilt diese Empfindlichkeit mit der bekannten Methode der Dichtebestimmung fester Körper durch „Schweben“ nach DUFOUR. Bei 18° giebt nach OSTWALD (*Hand- und Hilfsbuch z. Ausf. phys.-chem. Messungen*, S. 115) eine Temperaturänderung von $0,03^{\circ}$ mit einem Schwimmer von 2–3 ccm bereits einen sehr deutlichen Unterschied. Eine geringe Beeinträchtigung könnten Beobachtungen von Volumänderungen mit dem beschriebenen Apparat wohl nur durch die langsame Auflösung der im Taucher befindlichen Luft, sowie durch elastische Nachwirkungen der kurzen, am besten recht starkwandig auszuwählenden Schlauchstücke erfahren. Die letzteren sind natürlich an dem Apparate nicht unersetzlich, und auch dem ersteren Umstande kommt infolge der sehr langsamen Diffusion der Luft durch das Wasser in der Richtung nach unten keine große Bedeutung zu. An dem von mir zusammengestellten Apparate wurde der Taucher durch Verschieben des Quecksilberfadens im Capillarrohr um 1 mm zur Umkehr seiner Bewegung gebracht. Durch Auswägen der Capillare wurde die entsprechende Volumänderung in der Größe von 0,00025 ccm gefunden.

Umfaßt man den Cylinder mit den Händen, so steigt der zum annähernden Schweben gebrachte Taucher infolge der Ausdehnung des Glases lebhaft empor, um nach dem Fortnehmen der Hände durch Dilatation des Wassers ebenso lebhaft bis auf den Boden herabzusinken.

Der Apparat gestattet, durch vorsichtiges Schrauben am Quetschhahn q den Taucher in der Mitte des Cylinders zum fast völligen Schweben zu bringen. Absoluter Stillstand wird indessen schon infolge der langsamen Temperaturänderungen des Cylinders unmöglich gemacht.

3. Wirkliches Schweben eines Tauchers kann man sehr einfach dadurch herbeiführen, daß man im Cylinder einen dünnen Stab oder eine Röhre, die am einen Ende verschlossen ist, so anbringt, daß dieselbe beim Herabsinken des Tauchers von unten her in den Luftraum desselben eindringt. Bei dieser, an gewisse Arten von Gasometern erinnernden Anordnung ist es erforderlich, die Beweglichkeit des Tauchers in horizontaler Richtung zu beschränken, damit nicht der Taucher mit irgend einer Stelle seiner Wandung der senkrechten Röhre infolge von Oberflächenanziehung sich anschmiegt, und die Beweglichkeit des Tauchers in vertikaler Richtung herabgesetzt wird. Man kann, wie in Fig. 3 angedeutet, an der in den Cylinder hinabführenden Röhre r einen geraden Draht d mit Siegellack befestigen, welcher unten zu einem Ringe gebogen ist, damit der Taucher am Ausweichen in horizontaler Richtung gehindert wird. Die oben, wie die Figur zeigt, gebogene Röhre r , welche man ziemlich dünn auszuwählen hat, wird am Ende mit einem durch Quetschhahn verschließbaren Gummiröhrchen versehen. Diese Röhre wird von einem auf den Cylinder zu drückenden Stopfen getragen, in dessen anderer Durchbohrung sich die als Mittel

zur Veränderung des Druckes schon unter 1 verwendete Rohrverbindung befindet. Der Taucher ist unten mit etwas Draht oder einem Bleiring zu beschweren, damit er ein größeres Luftvolumen aufnehmen kann, ohne emporzusteigen. Man bringt ihn aufserhalb des Cylinders auf die Röhre r , verschließt die letztere mit dem Quetschhahn und setzt den Stopfen samt Röhren an ihren Ort im Cylinder. Der nunmehr an der Oberfläche des Wassers schwimmende Taucher wird durch sehr vorsichtiges Öffnen des Quetschhahns zum Sinken und Schweben gebracht. Die nunmehr anzubringende Rohrverbindung s gestattet, den Taucher in verschiedenen Höhen schweben zu lassen; man füllt dieselbe zuvor mit Wasser an. Für geringere Änderungen des Druckes kann man auch eine Art peristaltischer Bewegung am Schlauch anwenden. Ebenso wird das im Taucher enthaltene Luftquantum in bequemer Weise um sehr kleine Beträge verändert, wenn man kurz vor oder hinter dem Quetschhahn den Schlauch zudrückt und durch kurzes Lüften des Hahnes die verdichtete Luft heraus- oder hineinläßt.

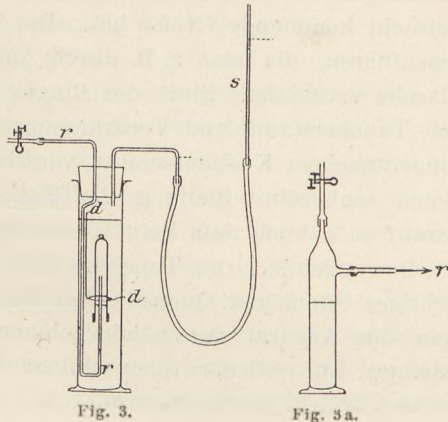


Fig. 3.

Fig. 3a.

Bei Anwendung dieser Taucherform im Unterricht, um dabei das Schweben eines Körpers zu zeigen, kann man ferner die Bedingungen erörtern, welche dem Auftreten des stabilen Zustandes zu Grunde liegen. Damit bei einer geringen Bewegungsänderung der Taucher von selbst in seine bisherige Lage zurückgeht und nicht, wie beim gewöhnlichen Cartesianischen Taucher, die Bewegung sich in beschleunigtem Tempo fortsetzt, muß offenbar die wohl als Verdrängungsröhre zu bezeichnende Röhre r die Wasserverdrängung mehr verändern, als dies durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Luftvolumens beim Steigen oder Sinken des Tauchers geschieht. Man kann daher die Stabilität des Schwebezustandes dieser Taucherform wieder aufheben, wenn man mit r ein Gefäß in Verbindung setzt, welches ein genügend großes Luftvolumen enthält. Hierzu eignet sich eine kleine Waschflasche, deren eine Rohroöffnung mit der Verdrängungsröhre r zu verbinden ist, während die andere Öffnung mit einem Schlauchstück und Quetschhahn zum Abschließen, sowie zum Einblasen oder Entfernen von etwas Luft versehen wird (Fig. 3a). Durch Eingießen von mehr oder weniger Wasser kann man die Luftmenge, welche mit der Luft im Taucher zusammen, je nach der Tiefe seines Eintauchens, mehr oder weniger verdichtet wird, derart abändern, daß der Taucher die Stabilität wieder erhält. Eine hierauf vorgenommene Ausmessung der im Taucher und der Flasche vorhandenen Luftmengen kann als Bestätigung der elementaren Berechnung derselben auf Grund des bekannten Querschnittes der Verdrängungsröhre dienen. Hat z. B. die Röhre r einen Querschnitt von 0,12 qcm, so verändert ein Stück derselben von 1 cm Länge die Wasserverdrängung des Tauchers um 0,12 ccm. Beträgt nun der Druck, unter welchem sich die Luft befindet, 1050 cm Wasserhöhe, so ergibt sich für ein weiteres Eintauchen um 1 cm aus der Gleichung: $1051 : 1050 = (x + 0,12) : x$ das Volumen x gleich 126 ccm als Grenze des labilen und stabilen Gleichgewichts.

4. Ist das Volumen der in Taucher und Flasche enthaltenen Luft nicht viel kleiner, als die Rechnung für den Grenzzustand des Gleichgewichts ergibt, so stellt

der zuletzt beschriebene Apparat ein recht empfindliches Luftthermoskop dar, welches den Vorteil hat, daß die Temperaturschwankungen nicht durch Bewegung eines Flüssigkeitsfadens, sondern durch die in den größten Räumen sichtbaren Angaben der Stellung eines beliebig groß und breit construierbaren Schwimmers erfolgen. Man kann sich leicht überzeugen, daß bei senkrechter Stellung des Tauchers die Reibung an dem Führungsringe d im Wasser eine für die Beweglichkeit garnicht in Betracht kommende Größe hat. Der Taucher vermag die langsamsten Bewegungen auszuführen, die man z. B. durch Auflegen eines Fingers auf die mit r verbundene Flasche veranlaßt. Statt des Ringes d kann man zur Verhinderung der Berührung von Taucherwand und Verdrängungsröhre in der Öffnung des Tauchers eine mit concentrischem Kreisabschnitt versehene Blechscheibe einkitten. Außer auf recht genau senkrechte Stellung des Tauchers beim Schweben im Wasser hat man noch darauf zu achten, daß kein Wasser in die Verdrängungsröhre gelangt, da hierdurch die Beweglichkeit des Tauchers sehr beeinträchtigt werden kann. Ist durch unvorsichtiges Öffnen des Quetschhahns Taucher und Röhre voll Wasser gelaufen, so muß man den Apparat auseinandernehmen und die Röhre durch Hindurchsaugen angewärmter Luft wieder austrocknen. Man kann sich aber diese kleine Mühe durch etwas Vorsicht leicht ersparen.

Als Differential-Thermoskop mit schwebendem Taucher ist der in Fig. 4 gezeichnete Apparat eingerichtet. Der Taucher besteht aus einem besonders langen, unten beschwerten und mit durchbohrtem Blechscheibchen b versehenen Reagensglase. Eine Färbung desselben ist, wie auch HEYDEN in Bezug auf seine Taucherversuche (*a. a. O.*) bemerkt, nicht erforderlich, da der Glanz der Reflexe den Taucher genügend sichtbar macht; man kann übrigens eine hellgelbe Färbung des Glases durch Erhitzen in der Bunsenflamme nach Auftragen von etwas Silbersalz erzielen. Benetzt man die Außenwand des Reagensglases mit Silbernitratlösung, so empfiehlt sich Aufstreuen von ein wenig Alkalicarbonat — hierzu genügt ein wenig Cigarrenasche — und Verreiben desselben auf dem feuchten Glase mit einem Läppchen. Die in dem dicht schließenden Stopfen auf dem Cylindersitzende Röhre ist durch ein T-Rohr mit dem

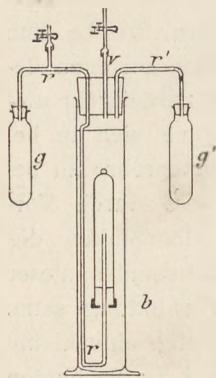


Fig. 4.

Thermoskopgefäß g verbunden. Der dritte Schenkel des T-Rohres ist mit einem Schlauchstück und Quetschhahn zur Abgleichung des Luftvolumens versehen. Das zweite Thermoskopgefäß g' ist durch die Röhre r' mit dem unter dem Stopfen befindlichen Luftraum verbunden. Um auch die hier vorhandene Luftmenge durch Hineinlassen oder Herausheben von etwas Wasser mit Hilfe einer engen, an einer Pipette befindlichen Röhre abändern zu können, befindet sich im Stopfen das dritte, kurze Rohr v , welches ebenfalls mittels Schlauchstückes und Glasstäbchen oder Quetschhahn verschließbar ist.

Einige Versuche mit dem Apparate zeigten die bedeutende Empfindlichkeit und Brauchbarkeit desselben, besonders bei Vorträgen in sehr großen Räumen. Die durch gleichmäßige Temperaturänderung der Gefäße g und g' hervorgerufenen Druckänderungen sind zwar nicht ganz genau übereinstimmend, da der Druck in g von vornherein etwas größer ist, jedoch kommen hierdurch hervorgerufene, kleine Bewegungen des Tauchers bei einigermaßen schnell verlaufenden Versuchen, wie sie für Vortragszwecke doch nur angebracht sein werden, garnicht zur Geltung. Auch mit andern, fast kostenlos herstellbaren Thermoskopen kann man bekanntlich allerlei

Versuche, bei denen geringe Temperaturänderungen nachzuweisen sind, anstellen (vgl. z. B. den Nachweis der Erwärmung von Quecksilber durch Schütteln nach HOLTZ, diese Zeitschr. III, S. 68); der beschriebene Apparat wird indessen, da er auf neuem Prinzip beruht, zur Belebung des Unterrichtes beitragen können, zumal er die Temperaturänderungen sehr deutlich sichtbar macht. Größere Bequemlichkeit gewährt allerdings die Vorführung thermischer Erscheinungen mit Hilfe des früher beschriebenen Farbthermoskopes, welches als Reagens für Wärme stets ohne Vorbereitung verwendbar ist (vgl. diese Zeitschr. IX, 227).

5. Das lebhaftere Interesse, welches die Schüler den Bewegungen des Tauchers gegenüber bekunden, veranlafsten den Verfasser, auch für Dampfdruckversuche den Taucher nutzbar zu machen. Um denselben durch Ätherdampf in Bewegung zu setzen, gießt man in das fast ganz mit Wasser gefüllte Reagensglas etwas Äther bis zum Vollwerden, verschließt gut mit dem Finger und bringt den Taucher verkehrt in einen zum Überlaufen voll Wasser gegossenen Cylinder. Man läßt das Reagensglas bis auf den Boden des Gefäßes sinken und gießt noch einen größeren Bruchteil des Wassers in den Ausguß, über dem man die Vorbereitung der Versuche am bequemsten ausführt. Nun bringt man mit einem langen Trichterrohr warme Salzlösung irgend welcher Art (schwach gefärbte ist empfehlenswert) in die untere Hälfte des Cylinders und rührt nötigenfalls etwas um, bis der Taucher in lebhaftere, auf- und absteigende Bewegung gerät. Das Entstehen und Verschwinden der Dampfblase ist auch aus der Ferne sichtbar. Da die verschieden temperierten Flüssigkeiten sich infolge der tanzenden Bewegung des Tauchers mehr und mehr vermischen, so wird die Elongation bald so groß, daß das Gläschen jedesmal einige cm aus der Flüssigkeit heraushüpft, um alsbald bis auf den Boden herabzusinken, wenn die Salzlösung nicht zu warm gemacht war. Andernfalls gießt man wieder einen Bruchteil der Flüssigkeit des Cylinders in den Ausguß und füllt kaltes Wasser oben nach. Um möglichst lebhaftere Bewegung zu erzielen, vermeide man beim Vorbereiten des Versuches das Eindringen von Luftbläschen in den Taucher. Man verwendet auch hier am besten abgekochtes Wasser und nimmt nur wenige Tropfen Äther, da derselbe im allgemeinen ziemlich viel Luft enthält. Nach Schluß des Versuches ist gewöhnlich wieder etwas Luft im Taucher vorhanden. Die niedrige Lage der Siedetemperatur des Äthers wird zugleich dadurch auffallend sichtbar, daß man einen thermoskopischen Papierstreifen um den Cylinder legt. Derselbe wird nicht gerötet (45°), trotzdem der Taucher eilig auf- und niedersteigt. Die äußere Wandung des Cylinders ist allerdings etwas kälter als der Inhalt.

Anstatt mit erwärmter Salzlösung kann man auch den Versuch mit Hilfe von concentrirter Schwefelsäure ausführen, die man aus einer Pipette in das Wasser des Cylinders fließen läßt. Die Spitze derselben darf nicht zu tief eingesenkt werden, und es empfiehlt sich, dieselbe beim Ausfließen der Säure langsam zu bewegen. Man nehme nicht zu viel Schwefelsäure, damit die Temperatur nicht zu hoch wird. Den Inhalt der Pipette kann man von den Schülern erraten lassen.

6. Beim Sieden einer Flüssigkeit vergrößern sich bekanntlich die Dampfblasen während des Emporsteigens. Man kann dies mit einem Reagensglastaucher deutlicher sichtbar machen. In ein frisch gereinigtes Reagensglas größten Kalibers, welches man ganz mit abgekochtem Wasser füllt, bringt man den ebenfalls bis auf ein sehr kleines Luftbläschen mit Wasser angefüllten Taucher. Sollte die Mündung des weiteren Glases so eng sein, daß man den verschließenden Finger nicht mit eintauchen kann, so nimmt man einen mit einem gebogenen Drahtstück versehenen

Kork zu Hilfe, oder man überdeckt das Tauchergläschen mit einem Stückchen Tüll, dreht vorsichtig um — am bequemsten innerhalb eines großen Gefäßes mit Wasser — und senkt den Taucher in das weitere Reagensglas so weit ein, daß man das Gewebe durch Anfassen einer Ecke noch herausziehen kann. Indessen schadet es dem Versuche

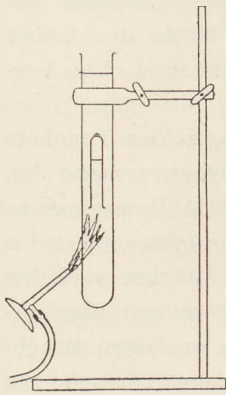


Fig. 5.

nicht, wenn man das Tüllgewebe am Taucher sitzen läßt. Es löst sich nachher ab und bildet dann für den herabfallenden Taucher eine Art Bodenpolster. Für das Luftbläschen, welches im Taucher verbleiben soll, braucht man gewöhnlich nicht besondere Sorge zu tragen. Das weite Glas wird nun nach Entfernen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ seines Inhaltes in einer Stativklemme befestigt und durch eine untergestellte Flamme erhitzt. Sobald das mit etwas Vorsicht einzuleitende Sieden beginnt, vergrößert sich das Luftbläschen im Taucher, und dieser steigt regelmäÙsig auf und nieder. Besonders wenn man mit dem in der Hand gehaltenen Brenner von der Seite her unten erhitzt (Fig. 5), gelingt es, das Sieden ganz auf das Auf- und Absteigen der im Taucher gefangenen Dampfblase zu beschränken.

7. Beachtenswerte Nebenerscheinungen beobachtet man bei folgendem Verfahren, den Dampfdruck von Flüssigkeiten mit niedriger Lage des Siedepunktes zu messen. In einem mit gut schließendem Stopfen versehenen Cylinder befindet sich ein Taucher mit einigen cem der — zunächst leichter als Wasser — ausgewählten Flüssigkeit. Die im Stopfen befindliche Röhre wird mittels nicht zu dünnwandigen Gummischlauches unter Einschaltung eines T-Rohres einerseits mit einem Quecksilbermanometer, andererseits mit einer Luftpumpe verbunden (Fig. 6). Für Äther genügt Saugen mit dem Munde. Sobald eine genügende Luftverdünnung erreicht ist, erhebt sich der Taucher infolge Siedens der Flüssigkeit bis zur Oberfläche. Der zur Luftpumpe führende Schlauch wird mit einem Quetschhahn rechtzeitig geschlossen und der Manometerstand beobachtet. Zur Bestimmung des Dampfdruckes hat man natürlich auch die Wassersäule zu berücksichtigen, welche sich im Cylinder über dem Niveau

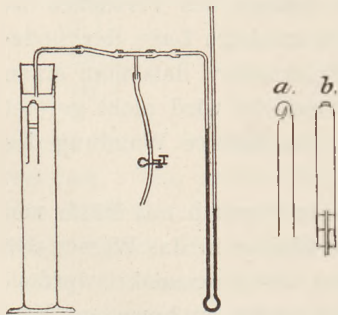


Fig. 6.

des Wassers im Taucher befindet. Auch wird man die Umstände besprechen, welche bewirken, daß gleich nach dem Aufsteigen des Tauchers der Stand des Manometers noch nicht genau der Temperatur des Wassers im Cylinder entspricht. Durch vorsichtiges Öffnen des Quetschhahns läßt man etwas Luft in den Apparat eindringen und wiederholt Messungen und die sich anschließenden Erörterungen. In kurzer Zeit können mehrere Flüssigkeiten nacheinander untersucht werden. Es braucht wohl kaum hinzugefügt zu werden, daß der sich beimischende Wasserdampf einen gewissen, aber bekanntlich nur sehr kleinen Einfluß auf die gemessene Größe des Dampfdruckes hat. Für Flüssigkeiten, die im Wasser unter sinken, z. B. Schwefelkohlenstoff, kann ein nach Fig. 6 a geblasenes Gläschen oder ein Reagensglas mit Kork und Glasröhrechen (b) benutzt werden.

Von besonderem Interesse ist des beim Ansaugen auftretenden Siedeverzuges wegen die Benutzung luftfreien Äthers. Man bringt ein mit gewöhnlichem Äther beschicktes Reagensglas (Fig. 7) durch Eintauchen in heißes Wasser auf die erforderliche Temperatur. Der überdestillierende Äther wird in einer zu kühlenden Flasche

aufgefangen. Ist die Flüssigkeit bis auf einen kleinen Rest verdampft, so drückt man den Schlauch bei *s* zu, entfernt ihn von *t* und hebt das Gläschen zugleich aus dem heißen Wasser heraus. Alsdann wird das völlig zusammengedrückte Röhrende *s* in abgekochtes Wasser eingesenkt und langsam geöffnet. Das eindringende Wasser treibt den Äther in dem umgekehrt gehaltenen Gläschen empor. Ein trotz aller Vorsicht etwa auftretendes minimales Luftbläschen löst sich in kurzer Zeit in dem luftfreien Äther auf. Den am Verschlusse des Gläschens noch befindlichen kurzen Gummischlauch streift man mittels einer Pincette oder mit einem gebogenen Draht von dem Röhren ab, während man das Gläschen in umgekehrter Lage und genügend weit in das Wasser des Cylinders eingesenkt festhält. Der Siedeverzug wird unter Beobachtung des Manometers constatirt und durch einen Stofs oder noch stärkeres Verdünnen zur plötzlichen Aufhebung gebracht.

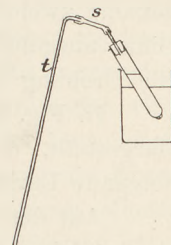


Fig. 7.

8. Recht lehrreich ist ferner die Beobachtung des Gasdruckes von äußerst concentrirtem Salmiakgeist. Die gesättigte Flüssigkeit entnimmt man der Waschflasche für das Gas gelegentlich einer Darstellung desselben. Jedoch durfte nicht unterlassen sein, die Waschflasche hinreichend zu kühlen. An das längere Rohr derselben wird ein bis auf den Boden eines Reagensglases führender Schlauch angesetzt und aus diesem durch Einblasen in das kürzere Rohr das Reagensglas vollständig angefüllt. Alsdann wird ein Kork mit ziemlich engem Glasröhrchen schnell aufgesetzt (wie Fig. 6 b), und das Gläschen umgekehrt so in Wasser eingesenkt, daß keine Luft in das Röhrchen eindringt. Nun kommt es darauf an, etwa die Hälfte des Salmiakgeistes durch Wasser zu ersetzen. Unter anderen Mitteln kann man hierzu das mit dem Röhrchen in Wasser eintauchende Gläschen oben etwas erwärmen und das freiwerdende Gas die untere Hälfte der Flüssigkeit aus dem Gläschen drängen lassen. Das nach dem Abkühlen wieder ganz angefüllte Gläschen bringt man vorsichtig in das Wasser des Cylinders. Schon bei sehr geringer Luftverdünnung steigt der Taucher empor. Läßt man wieder Luft in den Apparat eintreten, so tritt im Gegensatz zu den mit Dampf erfüllten Tauchern das Untersinken hier erst nach einigen Augenblicken ein. Vorsichtiges Erschüttern des Cylinders wirkt beschleunigend auf die Lösung des Gases ein. Läßt man den Apparat zusammengesetzt stehen, so kann man in den nächsten Tagen die Abnahme des Gasdruckes über der durch Diffusion sich langsam verdünnenden Flüssigkeit zur Anschauung bringen.

Einige Schwingungsexperimente.

Von

Dr. H. J. Oosting in den Helder.

1. Vor einigen Jahren habe ich einen Apparat zur Erzeugung der Lissajous-schen Kurven¹⁾ beschrieben, der aus zwei Pendeln besteht, wovon das eine, das ein horizontales Spiegelchen trägt, an dem zweiten Pendel so aufgehängt ist, daß die beiden Schwingungsebenen zu einander senkrecht stehen. In letzter Zeit habe ich die Vorrichtung der Art verbessert, daß die Ausführung des Versuchs erleichtert worden ist. Das angewandte Verfahren ist in Fig. 11 der angeführten Arbeit angegeben. Bei der neuen Vorrichtung hat das Gestell eine bessere Form erhalten und trägt selbst die

¹⁾ Diese Ztschr. VIII, 190; 1895.

beiden Planspiegel R und P der genannten Figur. Der neue Apparat ist in der Figur 1 dieser Abhandlung dargestellt.

2. VAN SCHÄTK²⁾ und VAN DAM³⁾ haben in dieser Zeitschrift Apparate zur Zusammensetzung zweier gleichförmiger Kreisbewegungen beschrieben, die in entgegengesetztem Sinne ausgeführt werden. Für die beiden Herren war die Fresnelsche Ansicht über die Drehung der Polarisationssebene die Veranlassung zum Entwurf ihrer Apparate.

In Fig. 2 ist in $\frac{1}{4}$ der wahren Gröfse ein Instrument ganz anderer Einrichtung dargestellt, das ich zu demselben Zweck und in Bezug auf eine weiter unten folgende Darlegung entworfen habe.

Auf der Grundplatte sind die Messingstücke A und A' , versehen mit Öffnungen, worin sich Achsen drehen, angebracht. Auf den beiden Achsen sitzen eine oder mehrere hölzerne Scheiben, und an den einander zugewendeten Enden sind die ebenen

kreisförmigen Spiegelchen S_1 und S_2 so angebracht, daß die Normale einen Winkel mit der Drehungsachse bildet. Diesen Winkel muß man abändern können. Ich habe darum die Spiegelchen mit Wachs an den Enden der Achsen befestigt; eine Vorrichtung, bei der die Spiegel mittels einer Schraube gestellt werden könnten, würde

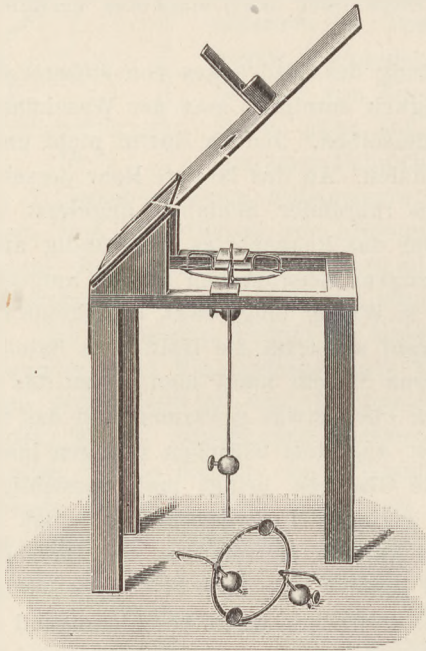


Fig. 1.

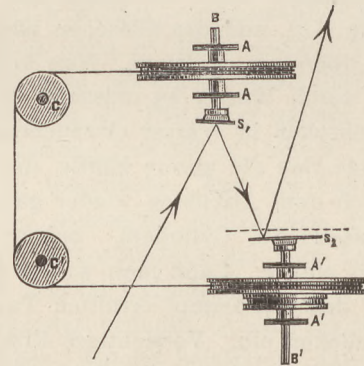


Fig. 2.

den Gebrauch erleichtern. Eine Schnur ohne Ende läuft über eine der Scheiben jeder Achse und über 4 Rollen C und C' , von denen in der Figur nur 2 abgebildet sind. Die beiden anderen liegen unter den abgebildeten. Die Stellung des einen Paares der untereinander liegenden Rollen kann abgeändert werden.

Wird nun eine der Achsen gedreht⁴⁾, dann erzeugt ein durch die Pfeile bezeichnetes Lichtbündel auf dem Projektionschirme eine Kurve, die von dem Verhältnis der Durchmesser der beiden Scheiben abhängt, über die die Schnur läuft. Sind die Durchmesser einander gleich und bilden die Spiegelchen gleiche Winkel mit ihren

²⁾ Diese Ztschr. VIII, 350; 1895.

³⁾ Diese Ztschr. VII, 178 u. 270; 1894. Eine ähnliche Vorrichtung ist von LODGE angegeben worden (*Modern views of electricity, sec. ed. p. 379*).

⁴⁾ Bei meinem Apparate habe ich dazu auf der Grundplatte einen kleinen elektrischen Motor angebracht, dessen Achse in der Verlängerung der Achse B steht und die Bewegungen auf diese überträgt.

Die Entfernung der Rollen C und C' von den Achsen B und B' ist bei dem Apparate etwas größer, als sie in der Figur dargestellt ist.

Drehungsachsen, so beschreibt der Lichtfleck auf dem Schirme eine Gerade, die allmählich ihre Stellung ändert, wenn die Gleichheit der Durchmesser nicht vollkommen erreicht worden ist.

Sehr leicht können die beiden zusammensetzenden Bewegungen einzeln sichtbar gemacht werden. Dazu stellt man vor das eine der drehenden Spiegelchen ein festes Spiegelchen, das in der Figur punktiert gezeichnet worden ist. Bei nicht zu schneller Drehung kann man auch wahrnehmen, in welchem Sinne die Kurve durchlaufen wird. Es ergibt sich dabei aber, daß die von dem Lichtfleck beschriebene Kurve kein Kreis ist, sondern eine Ellipse, deren große Achse wagerecht steht, wenn die Ebene der Figur 2 wagerecht gestellt ist. Diese Ellipse entsteht nicht infolge einer schiefen Stellung des Schirmes als der Durchschnitt einer kreisförmigen Kegelfläche mit einer Ebene, die nicht senkrecht zur Kegellachse steht, sondern dadurch, daß das zurückgeworfene Lichtbündel eine elliptische Kegelfläche beschreibt.

Mit dem beschriebenen Apparate werden also bei dem Gebrauche der gleichen Scheiben zwei elliptische Bewegungen von gleicher Periode zusammengesetzt. Die Excentricität der Ellipsen wird um so kleiner sein, je kleiner die Winkel sind, die das Lichtbündel mit den Drehungsachsen der Spiegel bildet. Die Entfernung der parallelen Achsen B und B' muß daher nicht größer genommen werden, als nötig ist, um zu verhindern, daß das zweimal zurückgeworfene Lichtbündel die auf der Achse B angebrachte Scheibe trifft. Bei einem der ausgeführten Versuche war das Verhältnis der Ellipsenachsen ungefähr 8:7.

Durch einen Kunstgriff kann man wohl Kreise statt Ellipsen erhalten. Stellt man nämlich den Apparat so auf, daß die Achsen B und B' in einer lotrechten Ebene liegen, so kann man durch Drehung des Projektionsschirmes um eine lotrechte Achse die wagrechten Achsen der auf dem Schirme sich bildenden Ellipsen vergrößern, bis sie den lotrechten Achsen gleich werden. Empfehlenswert finde ich diese Methode aber nicht. Macht man den Durchmesser der einen Scheibe halb so groß wie den der anderen Scheibe (siehe Fig. 2), so bekommt man, wenn die Normalen der Spiegelchen S_1 und S_2 gleiche Winkel mit deren Drehungsachsen bilden, die in Fig. 3 A abgebildete Kurve; wenn die Normale des Spiegels S_2 , der die kleinste Umlaufzeit hat, einen größeren Winkel mit der Achse B' bildet als die Normale des Spiegelchens S_1 mit der Achse B , dann wird die Kurve der Fig. 3 B erzeugt. Ist der erste Winkel kleiner als der zweite, dann erhält man eine Kurve wie in Fig. 3 C oder 3 D. Die Form der Kurve ist hierbei stets dieselbe, mag das Bündel erst auf das Spiegelchen mit der größten Umlaufzeit fallen und dann auf das mit der kleinsten Umlaufzeit oder umgekehrt. Diese und ähnliche Kurven mit 4 Blättern erregten besonders meine Teilnahme, weil ich sie bereits früher bei einem Kautschukfaden, der von einer Stimmgabel in Schwingung versetzt wurde, gefunden hatte⁵⁾.

Für diese Kurven gibt es verschiedene Entstehungsarten und deshalb können ihre Gleichungen auf verschiedene Weisen abgeleitet werden. Sie entstehen:

1. wenn ein Punkt mit unveränderlicher Geschwindigkeit einen Kreis (eine Ellipse) durchläuft, dessen Mittelpunkt sich ebenfalls mit unveränderlicher Geschwindigkeit auf einem Kreise (einer Ellipse) so bewegt, daß die Kreise (Ellipsen) in entgegengesetztem Sinne beschrieben werden, diese Entstehungsart mußte ich aus Nebenursachen bei den schwingenden Kautschukfäden annehmen;

2. als Hypocycloiden oder Hypotrochoiden (vgl. VAN DAM *a. a. O.*);

⁵⁾ *Dissertation Groningen 1889; Beibl. zu Wied. Ann. XVIII, 709; 1894.*

3. wenn ein Punkt eine geradlinige oder eine elliptische Schwingung macht, die mit einer Drehung mit unveränderlicher Winkelgeschwindigkeit verbunden ist.

Bei einer drehenden geradlinigen Schwingung entstehen Kurven wie in Fig. 3 A, bei einer drehenden elliptischen Schwingung Kurven wie in Fig. 3 B, wenn der Sinn der Drehung derselbe ist als der Sinn, in dem die Ellipse durchlaufen wird, und Kurven wie in Fig. 3 C und 3 D im entgegengesetzten Falle.

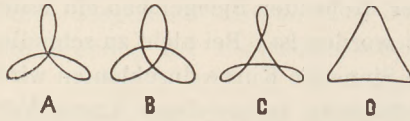


Fig. 3.

Mit dem beschriebenen Apparate kann man noch andere Kurven erzeugen, wenn man den Sinn der Drehung einer der Achsen umkehrt, indem man die Schnur gekreuzt um eine der Scheiben legt.

Bei der Übertragung der Bewegung mittels einer über zwei Scheiben laufenden Schnur werden die Kurven nie eine feste Stellung haben, da die Durchmesser der Scheiben nie vollkommen gleich sind. Dieser Übelstand würde beseitigt, wenn man statt Scheiben Zahnräder nähme und statt der Schnur einen Reif mit Öffnungen, die über die Zähne fallen, wie es Edison bei seinem Kinetoskop gethan hat, und wie auch die Übertragung der Bewegung bei einem Fahrrad geschieht. Man kann aber auch die Scheiben durch Zahnräder, zwischen denen andere angebracht werden, ersetzen. Die Stellung der Achsen des Apparates der Figur 2 ist dazu aber wenig geeignet.

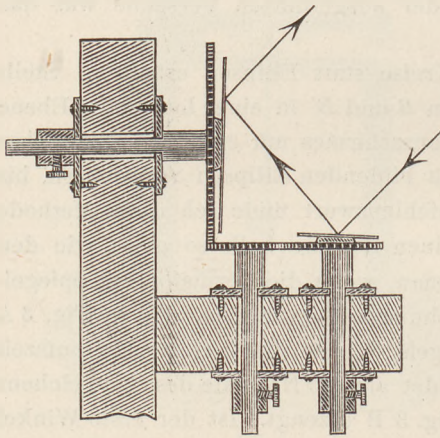


Fig. 4.

Ich habe aber einen Apparat mit Zahnrädern anfertigen lassen, der in Fig. 4 in $\frac{1}{2}$ seiner wahren Gröfse abgebildet ist, bei dem nur ein Rad zu der Übertragung nötig ist, wenn man Kreis- (oder elliptische) Bewegungen zusammensetzen will, die in entgegengesetztem Sinne durchlaufen werden, und bei dem kein einziges Zwischenrad nötig ist, wenn der Sinn der beiden Bewegungen des zurückgeworfenen Lichtbündels derselbe sein soll. Bei der Projektion der Kurven auf einem Schirme muß dann das Licht hinter einer Öffnung im Schirme stehen. Dieser Apparat hat im Vergleiche mit dem in Fig. 2 abgebildeten den Nachteil, daß man genötigt ist, den Lichtstrahl unter einem gröfseren Winkel mit der Drehungsachse einfallen zu lassen, wodurch die entstehenden Ellipsen gröfsere Excentrizität erhalten.

Ich habe auch einen Apparat entworfen, bei dem reine Kreisbewegungen zusammengesetzt werden, ich habe ihn aber nicht ausgeführt, weil diesem Vorteil erhebliche Nachteile entgegenstehen.

Die Herren VAN SCHAÏK und VAN DAM haben ihre Apparate so eingerichtet, daß auch Kurven wie in Fig. 3 A, aber mit einer gröfseren Blätterzahl erhalten werden können, welche Kurven gewissermaßen zur Verdeutlichung des Unterschieds zwischen natürlichem und polarisiertem Lichte dienen können. Mit dem in Fig. 2 abgebildeten Apparate ist eine solche Kurve zu erzeugen, wenn man ein weniger einfaches Verhältnis zwischen den Scheibendurchmessern wählt.

3. Sehr leicht sind aber Kurven wie in Fig. 3 A mittels der an dritter Stelle genannten Erzeugungsart zu erhalten: durch Zusammensetzung einer einfachen geradlinigen Schwingung und einer Drehung. In Fig. 5 ist ein Apparat abgebildet, der

3. Sehr leicht sind aber Kurven wie in Fig. 3 A mittels der an dritter Stelle genannten Erzeugungsart zu erhalten: durch Zusammensetzung einer einfachen geradlinigen Schwingung und einer Drehung. In Fig. 5 ist ein Apparat abgebildet, der

auf diesem Grundgedanken beruht. Am Ende der Achse *A*, die gedreht werden kann, ist ein Stab *BC* senkrecht zur Achse angebracht, der mit zwei Klemmen versehen ist, zwischen denen ein Stahldraht ausgespannt ist, dessen Enden auch noch bei *B* und *C* mittels Schrauben befestigt sind. In der Mitte dieses Drahtes ist ein Messingstück angelötet und darauf ein Spiegelchen *S* befestigt, das senkrecht zur Drehungsachse stehen muß. Läßt man ein Lichtbündel erst auf das Spiegelchen und dann auf einen festen Spiegel und von da auf einen Schirm fallen, so behält der Lichtfleck auf dem Schirme bei Drehung der Achse seine Stellung auf dem Schirme, falls das Spiegelchen genau senkrecht zur Achse steht. Versetzt man nun das Spiegelchen in Schwingung (Torsion des Stahldrahtes), so erhält man eine Kurve wie in Fig. 3 A. Bei meinem Apparate ist die Dicke des Stahldrahtes 0,6 mm und die Länge zwischen den Klemmen 15 cm. Diese Vorrichtung zur Erzeugung der Schwingung entspricht den Apparaten zur Erzeugung der Lissajousschen Kurven, die ich früher beschrieben habe⁶⁾. Obgleich ich es noch nicht ausgeführt habe, scheint es mir nicht schwer, das Spiegelchen mittels eines Elektromagnets in Schwingung zu erhalten.

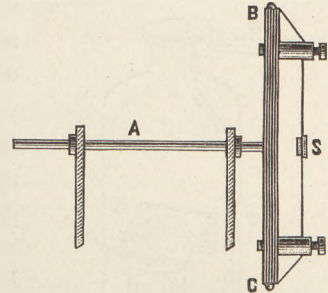


Fig. 5.

4. Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß mir eine praktische Anwendung der beschriebenen Instrumente möglich erscheint.

Ist bei dem Apparate Fig. 2 die Schnur abgenommen und gehören die drehenden Achsen zu verschiedenen Apparaten, dann kann man eine unbekannt Umdrehungszahl der einen Achse für eine Sekunde mit einer bekannten Umdrehungszahl der anderen Achse für eine Sekunde vergleichen. Wird z. B. die eine Achse von einem phonischen Rade von La Cour so gedreht, daß sie eine bekannte unveränderliche Zahl Umdrehungen in der Sekunde macht, dann kann man feststellen, ob die Achse eines anderen Instrumentes, das eine bestimmte Zahl Umdrehungen in der Sekunde machen soll, die in einem bestimmten Verhältnisse zu derjenigen der ersten Achse stehen soll, wirklich eine unveränderliche Drehungsgeschwindigkeit innehält.

Einfacher wird aber dieser Zweck mit einer Vorrichtung wie in Fig. 5 zu erreichen sein, welche Vorrichtung zu diesem Zwecke elektromagnetisch eingerichtet, auf der Achse, deren Umdrehungszahl geprüft werden soll, angebracht wird. Regelt man die Schwingungszahl in der Sekunde so, daß sie das Dreifache der für die Achse gewünschten Drehungszahl in der Sekunde beträgt, dann muß man beständig die Kurve der Fig. 3 A wahrnehmen. Die Regelung der Schwingungszahl des Spiegelchens wird mittels beweglicher Massen wie bei den oben erwähnten Apparaten zur Erzeugung der Lissajousschen Kurven oder durch Abänderung der Länge des Drahtes erzielt werden können. Letzteres wird man erreichen können, wenn man zwischen den festen Klemmen, mit denen der Draht befestigt ist, noch ein Paar bewegliche Klemmen anbringt.

Der Grundgedanke der beschriebenen Anwendung stimmt mit dem des HELMHOLTZschen Vibrationsmikroskops überein⁷⁾.

⁶⁾ *Wiedem. Ann.* XXIII, 446; 1888; diese Ztschr. II, 190.

⁷⁾ Das Vorliegende ist der Inhalt eines von mir im Dezember 1897 zu Amsterdam gehaltenen Vortrages und ist holländisch erschienen im *Maandblad voor Naturwetenschappen* von Februar 1898. Nachdem fand ich in den *Beibl. zu Wied. Ann.* 1898 S. 240, daß auch Webster (Über ein Mittel zur Erhaltung einer constanten Winkelgeschwindigkeit, *Sill. Journ.* 1897) auf der Achse eines Motors, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit geprüft werden soll, ein schiefes Spiegelchen angebracht hat. Herr Webster setzt die Drehung dieses Spiegelchens zusammen mit der Schwingung eines an einer Stimmgabel angebrachten Spiegelchens.

Versuche über die Verbrennung von Metallen.

Von

O. Ohmann.

Die in dieser Zeitschrift *X 174 5b* gegebene Versuchsanordnung — zur Vergleichung ist in Fig. 1 die dortige Figur 5 noch einmal beigelegt — hat sich mit der weiter unten beschriebenen Vereinfachung für eine grössere Reihe von Verbrennungsversuchen in einer Sauerstoffatmosphäre als zweckmäßig erwiesen. Die Versuche beruhen alle auf der Verwendung der Asbestpappe und der glühenden Stricknadel, des weiteren auf derjenigen Gasfüllungsmethode, wonach die Gefäße nicht durch Wasser-, sondern durch Luftverdrängung mit Sauerstoff versehen werden. Bei einigen spielt auch noch die Zuführung von Sauerstoff während der Versuchsdauer sowie das Eisenpulver als willkommener Entzänder eine gewisse Rolle. — Ebenso kann der a. a. O. S. 171, 3b beschriebene Versuch (Erhitzung von Eisenpulver auf Asbestpappe) als typisch gelten für eine Reihe von Verbrennungsversuchen in der Luft, die gleichzeitig hier mitgeteilt werden sollen. — Eine Vereinfachung des Verfahrens der ersten Reihe führt schliesslich zu einer dritten Reihe von Oxydationsversuchen. — In besonderem Masse gelangen bei den Versuchen die Metalle als Metallpulver zur Anwendung.

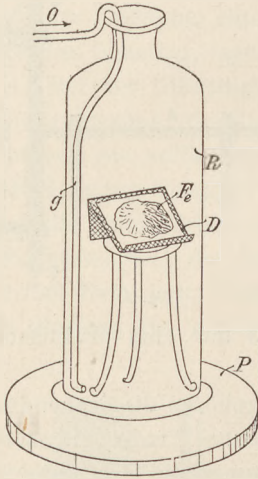


Fig. 1.

In methodischer Hinsicht sei bemerkt, dass die Versuche der zweiten Reihe bei der Untersuchung der atmosphärischen Luft, da wo es sich um die Gewinnung von Metallkalken oder Metallaschen handelt, Verwendung finden können; streng genommen kommen hierfür nur die ersten drei oder vier Versuche in Frage, da die Luftuntersuchung sich am besten nur auf einzelne schwere Metalle stützt. Die Versuche mit den leichten Metallen finden demnach erst ihre Stelle, sobald der Lehrgang bei dem betreffenden Metall anlangt. — Die Versuche der ersten und dritten Reihe, wenigstens die mit den schweren Metallen, werden beim Abschluss der Luftuntersuchung vorgenommen, wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, dass die Verbrennung eines Metalles in Sauerstoff mit viel grösserer Energie erfolgt, und überhaupt, das Wesen dieses Gases näher kennen zu lernen. Sie bilden eine Ergänzung zum Uhrfederversuch, der sonst als einziger Metallverbrennungsversuch vorgenommen zu werden pflegt.

I. Verbrennungsversuche in Sauerstoff.

Die oben berührte Vereinfachung der durch Fig. 1 veranschaulichten Versuchsanordnung besteht darin, dass statt des Recipienten *R* ein gewöhnliches cylindrisches oder rechteckiges Standglas (Fig. 2) verwendet wird — z. B. das kräftige Becherglas eines grösseren Bunsenschen Elementes. Mit Vorliebe gebraucht Verf. ein kräftiges Glasgefäß von rechteckigem Querschnitt (Grundfläche 15 cm \times 11 cm, Höhe 22 cm), mit plangeschliffenem oberem Rande. Auf dem Boden dieses Gefäßes werden eine oder zwei Platten von mittelstarker (2–3 mm dicker) Asbestpappe (*A*, Fig. 2) ausgebreitet (statt dessen kann man auch eine Lage Sand einschütten). Auf dieser Schutzplatte kommt das die Substanz aufnehmende Demonstrier-Gestell (*D*) zu stehen: eine ausgeglühte Asbestpappe, der man die aus beistehender Figur (3) ersichtlichen

Biegungen erteilt; die Dimensionen dieses Gestelles seien so gewählt, daß es bequem mit der Hand aus- und eingeführt werden kann; der Rand der Rinne *b* kommt gegen die vordere, die Fläche *c* gegen die hintere Gefäßswand zu liegen; die Breite ist mehrere Finger breit geringer als die Breite des Gefäßes. Zur Bedeckung dient eine

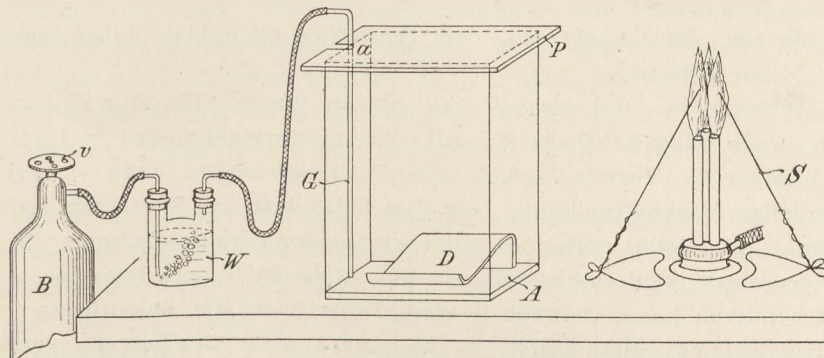


Fig. 2.

Glasplatte *P*, die bei *a* einen kleinen Ausschnitt hat zur Aufnahme der Glasröhre *G*, welche bis auf den Boden reicht. Die Füllung mit Sauerstoff geschieht einfach mittels dieser Röhre, indem die Luft allmählich verdrängt wird. Die Dichtedifferenz zwischen Sauerstoff und Luft (1,43—1,29) reicht vollständig hin, um die Füllung glatt zu vollziehen; der an die Fugen des Ausschnittes *a* (oder an einen durch Verschiebung hergestellten feinen Spalt) gehaltene glimmende Spahn wird erst entflammt, sobald die Füllung vollendet ist.

Als Sauerstoffquelle dient eine Bombe (*B*) mit dem comprimierten Gase. Letzteres wird nicht direkt in das Gefäß *G* geleitet, sondern tritt erst in eine kleine Woulf'sche Flasche (*W*), so daß man die Stärke des Gasstromes beobachten und mit dem Radventil (*v*) genügend regeln kann. Man wende einen ziemlich kräftig sprudelnden Gasstrom an, der ein Gefäß obiger Dimensionen in etwa 20 Sekunden füllt (die geringen Gasverluste bei dieser Füllungsmethode können pekuniär keine Rolle spielen, da ein Liter des Gases nur ca. 1 Pfennig kostet). Beim Abstellen des Ventils schließt man nicht völlig, sondern läßt andauernd bis zur Entzündung noch einen ganz geringen Gasstrom (etwa 2 Gasbläschen pro Sek.) austreten, um den schwachen Verlust durch Diffusion auszugleichen. Das Zuführungsrohr *G* kann unter diesen Umständen bei allen Versuchen im Gefäß verbleiben, so daß man es jederzeit in der Hand hat, während der Verbrennung selbst durch weiteres Öffnen des Ventils die verbrauchte Menge Sauerstoffs — die meistens nicht unbeträchtlich ist — sofort zu ersetzen, und überhaupt, einen stärkeren Gasstrom auf die eingeführte Substanz selbst zu leiten.

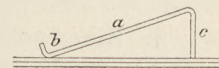


Fig. 3.

Im einzelnen vollzieht sich ein Verbrennungsversuch in folgender einfachen Weise. Man schütte auf das herausgenommene Asbestgestell *D* — auf die Mitte der Fläche *a* Fig. 3 — eine geeignete Menge der Substanz; von Metallpulvern genügen meist wenige Gramm. Öfters ist es nützlich, eventuell nur als Reserve, eine Messerspitze Eisenpulver an einer Stelle des Randes der Masse anzufügen; ersteres wird immer mit Sicherheit entzündet — selbst durch die nicht mehr sichtbar glühende Stricknadel — und überträgt dann durch die entstehende Wärme die Entzündung auf die Masse. Nachdem das Gestell vorsichtig wieder eingebracht ist, füllt man das Gefäß mit Sauerstoff, wie oben beschrieben. Hierauf führt man eine der bereitstehenden glühenden Stricknadeln (*S*) durch einen wenige mm breiten dreieckigen

Spalt, den man durch Verschieben der Platte, etwa bei *P*, herstellt, in das Gefäß ein, berührt damit die Substanz bezw. das Eisenpulver und öffnet das Ventil etwas mehr.

1. Kupferpulver. Man schütte 5—10 g Kupferpulver — *Cuprum reductum*; statt des käuflichen, das zuweilen nicht ganz kupferrot ist, kann man mit Vorteil das aus dem Kupferoxyd mittels Wasserstoff gewonnene verwenden — auf und breite es ein wenig aus. Es entsteht nach dem Entzünden ein mildes Glühen, das sich über die ganze Masse fortsetzt.

2. Zinkpulver. Man nehme eine gröfsere Menge, 10—15 g Zinkpulver oder Zinkstaub — ein billig käufliches Produkt, dessen geringer Gehalt an Oxyd und zuweilen Cadmium die Verwendbarkeit nicht in Frage stellen kann —, gebe jedoch die Messerspitze Eisenpulver hinzu, für den Fall, dafs das Zink nicht sogleich entzündet wird. Das Metall verbrennt unter glänzender Lichterscheinung, die noch beträchtlich gesteigert wird, wenn man aus dem Glasrohr *G*, mit dem man von ausfen genügend hantieren kann, weiteren Sauerstoff direkt auf die Masse leitet.

3. Bleipulver. Man erhält, da Bleipulver nicht käuflich ist, durch Reiben von kompaktem Blei, z. B. eines Stückes Bleirohr auf einem feineren Reibeisen oder einer gröbereren Feile, bald eine genügende Menge pulverähnlichen Metalles. Man bringe nun in den unteren Teil der Fläche *a* (Fig. 3) bis zur Rinne *b* eine gröfsere Menge Eisenpulver (etwa $\frac{1}{3}$ der Bleimasse) in Form eines der Rinne parallelen Streifens, oberhalb dessen man das Blei appliziert, so dafs diesem in der ganzen Länge des Streifens die Möglichkeit gegeben ist, sich zu entzünden. Sobald sich der Prozess auf das Blei fortsetzt, leitet man aus der Glasröhre andauernd einen ziemlich starken Strom Sauerstoffs auf die glühende Masse, welche schmelzend nachfällt. Der Glühprozess ist eigentümlicher Art, da das sich langsam bildende Oxyd — beim Erkalten zeigt sich gelbliche Bleiglätte — gemäß seiner leichten Schmelzbarkeit sich zu einer glühend bleibenden, brodelnden Masse zusammenballt. Die Wärmeentwicklung ist eine sehr starke; man operiere vorerst nicht mit zu grofsen Massen, verwende wenigstens zwei Schutzplatten und schütze noch die Vorderwand.

4. Eisenpulver. Der Versuch ist bereits in d. Zeitschr. X 174 Versuch b angegeben. Man verwende etwa 15 g *Ferrum pulveratum* und steigere die Erscheinung durch Aufleiten von Sauerstoff.

5. Eisen als Uhrfeder. Der gleichfalls d. Zeitschr. X 173 angegebenen Abänderung des Uhrfederversuches sei noch die folgende Verbesserung zugefügt. Man mache das Ende der Uhrfeder, nachdem man durch einfaches Abbiegen eines Stückchens einen frischen Bruch hergestellt hat, durch ein paar Striche mit einem kräftigeren Magneten magnetisch und tauche es in Eisenpulver, so dafs ein ansehnlicher Bausch daran hängen bleibt, der dann in Sauerstoff entzündet wird.

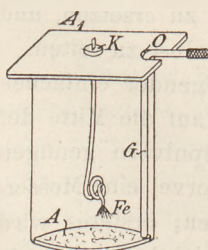


Fig. 4.

Hiermit ist die letzte Unklarheit — das Benutzen von Fremdkörpern, wie Feuerschwamm, Plastilina — aus dem Versuch entfernt, so dafs er sich von Anfang an nur zwischen den beiden Elementen Eisen und Sauerstoff abspielt. — Zum Bedecken verwendet man hier eine möglichst glatte, ungeglühte Asbestpappe, *A*₁ (Fig. 4), in der oben ein Federmesserschlitz für die Uhrfeder gemacht ist, die durch eine Scheibe Kork, *K*, genügend gehalten wird. Beim Einführen der Stricknadel gebe man acht, dafs nur ein Ausläufer des Eisenpulvers berührt wird, damit nichts von dem Bausch abfällt.

6. Zinnpulver. Man verwende 5 bis 10 Gramm des Metalles — der pulverförmige Zustand ist nicht sehr ausgeprägt — und füge, jedoch nur zur Reserve, ein

wenig Eisenpulver hinzu. Die Verbrennung ist eine lebhaftere, sie wird durch Aufleiten eines kräftigeren Stromes Sauerstoff zu einer glänzenden Erscheinung. Die entwickelte Wärme ist ebenfalls sehr groß, so daß es angezeigt ist, die beim Blei erwähnten Cautelen zu beobachten.

6a. Stanniol. Etwa 1 dm² dünnen Stanniols wird zusammengeballt und in einer Vertiefung etwas Eisenpulver appliziert. Nach dem Entzünden schmilzt das Metall und gerät beim Aufleiten von Sauerstoff in lebhaftes Glühen.

7. Aluminiumfolie. Dem d. Ztschr. X 174 erwähnten Versuch sei nur hinzugefügt, daß es genügt, an einer exponierten Stelle bloßes Eisenpulver beizugeben.

7a. Aluminiumpulver. Man verwende nur etwa 2 g, gebe ein wenig Eisenpulver heran und entzünde im Sauerstoff. Die Reaktion ist eine überaus lebhaftere und glänzende, besonders auch hinsichtlich der Wärmeentwicklung; auch stärkere Asbestpappe wird regelmäßig durchgebrannt.

8. Magnesiumpulver. Man verwende gleichfalls nur 2 g, Eisenpulver ist nicht erforderlich. Der Versuch verläuft ähnlich glänzend wie der vorige. Auch auf die Masse gelegtes Magnesiumband gelangt zum Abbrennen. Die Rauchentwicklung ist stark.

9. Natrium und Kalium. Ein erbsengroßes Stück des Metalles wird durch eine einzelne Stricknadel nicht zur Entzündung gebracht, trotz einzelner kleiner Fünkchen. Die Masse gerät ins Schmelzen; die zweite eingeführte Nadel führt gewöhnlich zum Ziel. Das meiste Metall verpufft in den Raum. Kalium verhält sich analog dem Natrium. Die violette Farbe kommt gut zum Ausdruck.

Auch noch auf andere Stoffe läßt sich das angegebene Verfahren ausdehnen, z. B. auf Antimon und Wismut. Besonders führt letzteres, in einem bohngroßen Stück verwendet, zu einer glänzenden Erscheinung.

Auch Blattmetalle können nach diesem Verfahren oxydiert werden. So wird z. B. Blattkupfer, das man ein wenig zusammengedrückt und an einer Stelle mit Eisenpulver versehen hat, entzündet und verbrennt in einem Bruchteil einer Sekunde.

II. Verbrennungsversuche in der Luft.

Die ersten dieser Versuche sind in methodischer Hinsicht noch wichtiger als die entsprechenden Sauerstoffversuche. Daß sie alle ungemein einfach anzustellen sind, dürfte kein Mangel sein. Eine kräftige ausgeglühte Asbestpappe — der man noch die in Fig. 3 angedeutete Biegung erteilen oder sonstwie eine etwas geneigte Lage geben kann — wenigstens von der Größe, daß weder die Flamme noch die Verbrennungsgase herüberschlagen können, ein Dreifuß und ein kräftiger Brenner bilden die ganze Zurüstung. Manche der Versuche lassen sich noch gut zur Beobachtung der Gewichtszunahme verwenden. — Der Versuch mit Eisenpulver, der wichtigste der ganzen Reihe, wurde in verschiedenen Formen bereits d. Ztschr. X 170 ff. mitgeteilt.

10. Zinkpulver. Man bringe etwa 20 g auf die Asbestpappe, ohne die Masse sehr stark auszubreiten. Da sich mit der Stricknadel allein das Metall nicht sicher zur Entzündung und zum Abbrennen bringen läßt, so beginnt man gleich mit dem Erhitzen. Erst nach längerer Zeit zeigt sich am Rande ein Aufglühen, das dann ziemlich lebhaft die ganze Masse ergreift. (Beiläufig sei bemerkt, daß das Glühen durch Anblasen besonders verstärkt wird, so daß dies eine nützliche Ergänzung des d. Ztschr. X 172 angeführten Versuches mit Eisenpulver darstellt.) Im Innern ist

noch viel unverbranntes Metall; nimmt man eine Stricknadel oder dergl. und zerteilt die Masse fortdauernd, so entstehen die bekannten schön gefärbten Flammen, die sich sonst bei dem mit dem lästigen Abschmelzen und Abfallen verbundenen Verbrennen von Zinkspänen zeigen. Die Flammen treten besonders schön und lange Zeit hindurch auf, wenn man mit dem Durchrühren der Masse schon beginnt, sobald das erste Aufglimmen stattfindet. Das Aussehen des Produktes erklärt sinnfällig die Entstehung des Wortes Metallkalk. Die Gewichtszunahme ist deutlich und insofern überzeugend, als bei der Rauchentwicklung ziemlich viel Material verloren geht.

11. Kupferpulver. Die Verkalkung von etwa 10 g etwas ausgebreiteten Kupferpulvers läßt sich in kürzester Zeit bewirken, wenn man wie beim Zink erhitzt; es bildet sich ein gleichmäßig schwarzes Pulver. Zuweilen läßt sich ein schwaches Auftreten von Verbrennungswärme beobachten. Dafs die Erscheinung anders verläuft wie beim Zink, entspricht der geringeren Bildungswärme des Kupferoxydes, die noch nicht halb so groß ist wie die für Zinkoxyd.

12. Zinnpulver. 10 bis 15 g des ausgebreiteten Metalles, etwa 1 Minute lang erhitzt, entzünden sich und geben unter mäfsiger Rauchentwicklung und schwachem Glühen die Metallasche.

13. Aluminiumpulver. 3 bis 5 g des aufgeschütteten Metalles entzünden sich meist nach etwa 2 Minuten langem Erhitzen. Das Glühen ist zunächst ein dunkleres, rötliches, bis an einer Stelle eine überaus blendende Lichterscheinung durchbricht und nun die ganze Masse langsam ergreift. Die entstehende Hitze ist eine außerordentliche, die Asbestpappe wird auch hier regelmäfsig durchgebrannt. Die Gewichtszunahme ist überraschend groß, da sie etwa ebensoviel beträgt wie das Gewicht der ursprünglichen Masse.

14. Magnesiumpulver bedarf nicht des Erhitzens, da es sich mit der glühenden Stricknadel entzünden läßt und abbrennt (vergl. d. Ztschr. XI 136). Erhitzt man es jedoch, so entzündet es sich ebenfalls nach kurzer Zeit von selbst.

15. Natrium und Kalium. Erhitzt man ein erbsengroßes Stück Natrium, so zerschmilzt es nach kurzer Zeit und richtet sich zur Kugel empor, die aber nicht, wie im Porzellantiegel oder sonstwie erhitzt, unter Erglühen langsam abbrennt, sondern in einem bestimmten Momente fast ganz verpufft — eine Art chemischen Analogons zum Leidenfrostschen Phänomen. Mit Kalium verläuft der Versuch in gleicher Weise.

III. Verbrennung von Metallen auf Asbest an der Luft mittelst direkter Zuführung von Sauerstoff.

Bei verschiedenen Versuchen der ersten Reihe war der nachträglich zugeleitete Sauerstoff ein nicht unwichtiger Faktor. Man kann diesen Faktor herauslösen und ohne allgemeine Sauerstoffatmosphäre verwenden und gelangt dann zu einer weiteren Reihe ziemlich wirkungsvoller Erscheinungen.

Man verwendet die unter II. gegebene Zurüstung, wobei man noch die Asbestpappe etwas stärker wählt, besonders wenn man mit nicht zu kleinen Mengen operiert. Das erste Erhitzen der Substanz geschieht entweder durch den untergestellten Brenner oder durch Entzünden des zu Hülfe genommenen Eisenpulvers mittelst der glühenden Stricknadel. Sobald im ersteren Fall die Entzündung auftritt, leitet man den aus einer Messingröhre in ziemlich kräftigem Strome austretenden Sauerstoff auf die Substanz; im letzteren Falle ist es nützlich, den Gasstrom schon sogleich auf die entzündete Eisenpulvermenge zu leiten. — Da bei einzelnen Versuchen ein

ziemlich lebhaftes Sprühen eintritt, so sind Schutzvorrichtungen erwünscht, sowohl eine Schutzwand gegen das Auditorium wie eine gegen den Experimentator hin.

16. Erhitzt man 15 g Eisenpulver auf Asbest, bis das erste Glimmen auftritt, und leitet auf die Stelle einen ziemlich kräftigen Sauerstoffstrom, so entsteht ein intensives Leuchten, meist verbunden mit starkem Sprühen. — Mit Zinkpulver verläuft der Versuch ebenfalls unter lebhaftem Glanz. — Auf ähnliche Weise kann man mit Zinn, Kupfer, Wismut u. s. w. verfahren; beim Wismut, das man auf horizontal liegender Asbestpappe behandelt, tritt ein besonders starkes Sprühen, ein Ablösen der bekannten springenden Wismutkügelchen auf.

Alle Versuche verlaufen je nach der Stärke des Sauerstoffstromes unter lebhaftester Licht- und Wärmeentwicklung. Sie scheinen zu zeigen, daß die Intensität der Energieäufserung bei der Oxydation eine einfachere Funktion der in der Zeiteinheit zugeführten Menge Sauerstoffs ist.

Eine Akkumulatorenanlage für kleinere Anstalten.

Von

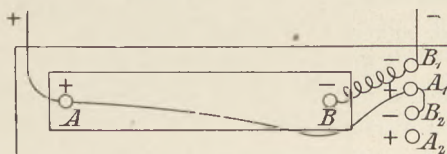
K. Maafs zu Küstrin.

Die Akkumulatoren haben sich als eine so bequeme und sichere Stromquelle erwiesen, daß sie, wie mehrfache Mitteilungen in der Zeitschrift bezeugen, sich immer mehr einbürgern. Im Folgenden erlaube ich mir eine Beschreibung der Akkumulatorenanlage unseres Gymnasiums zu geben, die zwar nicht so weitgehenden Ansprüchen wie die der Oberrealschule zu Wiesbaden (diese Zeitschr. X 145) genügt, aber für kleinere Anstalten ausreichend sein dürfte.

Die Anlage durfte bei unserm beschränkten Raum nur wenig Platz einnehmen; sie sollte möglichst vielseitig, namentlich auch zur Erzeugung von Bogenlicht zu Projektionszwecken verwendbar sein. Um die nötige Spannung zu gewinnen, wurde die Batterie aus 20 Zellen, die sich als ausreichend erwiesen haben, zusammengesetzt. Die Zellen zerfallen in 2 Gruppen, und zwar 8 Zellen vom Typus D, zu je 18 A.-St. Kapazität und 12 vom Typus X, zu je 4 A.-St. von der Berliner Akkumulatorenfabrik vorm. W. A. Boese & Co. Die 8 größeren Zellen nehmen die beiden unteren Fächer, die 12 kleineren das obere Fach des Schrankes ein, so daß die größeren Zellen für sich eine Batterie bilden, die mittels einer Gölchersehen Thermosäule geladen wird. Zu dem Zwecke ist oben auf dem Schranke ein Weinholdsches Pachytrop angebracht zur Parallel- und Gruppenschaltung. Diese Batterie wird fast ausschließlich zu Versuchen benutzt und nur, wenn höhere Spannung notwendig wird, treten die kleinen Zellen hinzu.

Um bei der Ladung derselben ein größeres Pachytrop und viele Drahtleitungen zu vermeiden, sind die Zellen in zwei auf Spannung geschaltete Sätze zu je 6 Elementen zerlegt und die Polklemmen in die Deckplatte des Schrankes neben dem Pachytrop eingelassen. Es ergibt sich so, von oben gesehen, folgende Anordnung:

Sind *A* und *B* die Polklemmen des Pachytrops, *A*₁ und *B*₁ die der ersten, *A*₂ und *B*₂ die der zweiten kleinen Batterie, so wird zur Ladung *A* mit *A*₁ durch einen Kupferdraht, *B* mit *B*₁ durch eine Nickelinspirale verbunden, deren Länge so bemessen ist, daß die Stromstärke $\frac{1}{2}$ Ampère beträgt, wobei natürlich die Hauptbatterie als die stromgebende auf Spannung geschaltet ist. Ebenso wird die andere kleine Batterie geladen. Da bei dieser geringen Stromstärke die Kapazität der großen Batterie das 7–8fache von der der kleinen beträgt, so ist die Ladung mit Leichtigkeit zu bewirken, ohne daß die Hauptbatterie eine erhebliche Einbuße erleidet. *A*₁ und *B*₂ werden durch ein kurzes bereitliegendes Drahtstück verbunden.



Die beiden Klemmen A und B_1 sind dauernd in Verbindung mit der Leitung, die einerseits zum Experimentiertisch, andererseits zur Thermosäule führt. Für den gewöhnlichen Gebrauch der Hauptbatterie ist B mit B_1 durch einen Kupferdraht verbunden; soll Bogenlicht benutzt werden, so ist nur der Draht von B_1 nach A_2 umzulegen.

Das Bogenlicht liefert eine Lampe Körtingscher Konstruktion. Dabei benutze ich Kohlen von 3 und 5 mm Durchmesser. Durch entsprechende Einregulierung der Lampe und Vorschaltewiderstand (durch einen in die Leitung eingefügten Kurbelrheostaten bewirkt) läßt sich die Stromstärke auf etwa $2-2\frac{1}{2}$ Amp. herabsetzen. Die Lampe brennt dann ruhig und liefert scharfe und helle Projektionsbilder. Zur Projektion wird ein älteres Stöhrersches Skioptikon verwandt, aus dem die alte Petroleumlaterne entfernt und welches durch Durchschneiden der oberen Decke zum Einsetzen der Lampe eingerichtet ist. Lampe und Einrichtung des Skioptikons sind besorgt von J. C. Hauptmann & Co. in Leipzig.

Bei der Erzeugung von Bogenlicht werden freilich die kleinen Zellen stark beansprucht; doch ist in Betracht zu ziehen, daß die Projektionen sich meist nur auf einzelne Versuche oder Photogramme beziehen, worauf größere Ruhepausen folgen. Versuche haben ergeben, daß die Ladung etwa für eine Stunde ausreicht. Die kleinen Zellen, von denen die Hälfte seit $2\frac{1}{2}$ Jahr in Gebrauch ist, haben sich trotz viel stärkerer Inanspruchnahme sehr widerstandsfähig erwiesen. Im äußersten Falle würden einzelne Platten durch neue zu ersetzen sein, was bei dem geringen Preise der Einzelzelle wenig ins Gewicht fällt. Außerdem werden Ersatzplatten zu ermäßigtem Preise von der Fabrik geliefert.

Die ganze Anlage nimmt wenig Raum ein und die Handhabung ist sehr bequem. Der Schrank ist mit Schutzkasten für das Pachytrop 1 m hoch, $\frac{1}{2}$ m breit und $\frac{1}{4}$ m tief. Die Anschaffungskosten belaufen sich mit Ausnahme der Thermosäule auf etwa 200 M.

Kleine Mitteilungen.

Ein Stofsapparat aus Eisenkugeln.

Von Prof. **W. Weiler** in Eßlingen.

Mit einer Reihe von 8 bis 10 Eisenkugeln von je etwa 1 cm Durchmesser, die an Doppelfäden so nebeneinander aufgehängt werden, daß sie dicht aneinander liegen, lassen sich, wenn man an die äußersten Kugeln lange, sehr biegsame Zuleitungsdrähte aus Litzen lötet, folgende zwei Versuche anstellen, wovon der erstere schon aus älterer Zeit stammt, der andere aber neuen Datums ist.

Läßt man Gleichstrom durch die Kugelreihe fließen, so werden die Endkugeln abgestoßen und der kleine elektrische Lichtbogen bleibt bestehen. Es ist dies eine Abänderung des Versuchs von DE LA RIVE oder AMPÈRE, die eine an der Biegung aufgebogene Haarnadel auf zwei getrennten Quecksilberrinnen durch den Gleichstrom verschieben ließen zum Nachweis dafür, daß die aufeinander folgenden Teile desselben Stromes einander abstoßen. Da dieser Haarnadelversuch nicht immer gelingt, so hat man ihn so modifiziert, daß man einen an einem Wagbalken aufgehängten und äquilibrierten Kupferbügel in zwei nebeneinander stehende Quecksilbergefäße tauchen läßt und den Strom durch diese Quecksilbergefäße zuführt.

Sendet man aber Wechselstrom durch die Kugelreihe, so zeigt sich auch hier wieder, daß die Erscheinungen des Gleichstroms von denen des Wechselstroms sich bisweilen sehr unterscheiden; die Kugeln werden nicht abgestoßen; sobald man sie aber nur wenig von einander trennt, erlischt der Lichtbogen sehr schnell. Nach der *E.-T. Z.* XIX 191, 1898 ist diese Erscheinung zur Konstruktion von Blitzschutzvorrichtungen und von Ausschaltern für hochgespannte Wechselströme benutzt worden.

Asbest als Hilfsmittel für den Experimentalunterricht.

Von Dr. **A. Schmidt** in Friedenau.

Im Jahrgang X, S. 169 dieser Zeitschrift hat Herr Ohmann an verschiedenen Versuchen die Verwendbarkeit des Asbests gezeigt, z. B. vorgeschlagen, den bekannten Versuch, bei dem Eisenpulver entzündet wird und durch seine Gewichtszunahme die Menge des aufge-

nommenen Sauerstoffs anzeigt, so auszuführen, daß man das Eisenpulver auf ausgeglühte Asbestpappe schüttet; man kann dabei ohne weiteres Mengen von 30 g und mehr verwenden und erhält nach der Verbrennung nicht nur einen Ausschlag der Wage, sondern muß mehrere Grammstücke auflegen, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Wer darauf hin mit Asbestpappe arbeitet, wird bald die Mannigfaltigkeit ihrer Brauchbarkeit erkennen. Darum dürfte es vielleicht für manche Kollegen eine willkommene Anregung bieten, weitere Versuche kennen zu lernen, die sich hiermit ausführen lassen. Vorweg seien 2 Bezugsquellen angegeben: Asbestos (Günther), Berlin S., Brandenburgstr. 56 und Warmbrunn & Quilitz, Berlin C., Rosenthalerstr. 40. Der Stoff kommt in den Handel als Asbestpappe, -papier, -wolle und -faden. Der Preis ist mäßig, eine Tafel Pappe von 1 qm Fläche kostet beinahe nur ebensoviele Mark, wie sie Millimeter dick ist, also solche von 1,5 mm Dicke 1,50–2,00 M. Diese Stärke reicht völlig aus.

Zu chemischen Versuchen schneidet man sich Stücke von passender Größe oder nimmt Schalen aus solcher Pappe, die Warmbrunn & Quilitz für 0,30 M. bis 0,50 M. anzeigen. Die Bildung von Schwefeleisen, die sonst stets ein Reagierglas kostete, verläuft in solcher Schale sehr glatt mit der Bildung einer schwachen Flamme. Um Schwefelkupfer zu bilden, hängt man einige Kupferspäne an einem dünnen Asbestfaden in Schwefeldampf, die Bildung des Sulfids geht in wenigen Minuten vor sich und man hebt dann das Schwefelkupfer an dem Faden heraus. Magnesiumpulver und Schwefelblumen können in derselben Asbestschale gemischt und dann entzündet werden. Die Verbindung erfolgt mit schwacher Explosion, die das Schwefelmagnesium umherschleudert.

Um die Sauerstoffabgabe des geschmolzenen Salpeters zu zeigen, kann man auf das in einer Porzellanschale geschmolzene Salz Holz oder Papier werfen. Streut man aber z. B. Eisenpulver darauf, so zerspringt die Schale in der Regel. Dagegen kann man den geschmolzenen Salpeter auf ein Stück zusammengefaltete Asbestpappe gießen. Will man ihn in der Asbestschale schmelzen, so muß man von oben erhitzen und dann das Eisenpulver hinzufügen.

Um Reduktionen auszuführen, setzt man in eine Verbrennungsröhre Porzellanschiffchen oder schüttet z. B. CuO ohne weiteres hinein und leitet H darüber. Eine Wägung vor und nach dem Glühen im H -Strom zeigt die Gewichtsabnahme. Auch hier leistet Asbest ausgezeichnete Dienste. Schiffchen biegt man ohne weiteres aus passend geschnittenen Stücken dünner Pappe (die zur Not noch einmal gespalten wird). Ebenso kann man aus gespaltenen Asbestpappe oder aus Asbestpapier Röhren rollen, sie mit Asbestfaden umschnüren und die Enden mit Asbestwolle oder zerfaserner Asbestpappe lose verstopfen. Wird CuO in solcher Asbeströhre reduziert, so braucht man bei der Wägung das tote Gewicht der Glasröhre nicht mit zu wägen, sondern kann sich auf die (an einem Stück Asbestfaden herausziehende) Asbeströhre beschränken.

Neben diesen chemischen Versuchen habe ich die Asbestpappe mit vielem Vorteil bei der Spektralanalyse benutzt. Eine Salzperle an einem Platindraht in die Flamme des Bunsenbrenners zu halten, ohne daß sie abschmilzt, ist nicht leicht. Diese Schwierigkeit umgeht man, wenn man auf ein Stück Asbestpappe eine Messerspitze des pulverisierten Salzes schüttet, mit der linken Hand die Pappe, mit der rechten den Brenner faßt und die Flamme nun von oben so darauf richtet, daß man die gefärbte Flamme erhält. Diese kann dann leicht so vor den Spalt gehalten werden, daß man die Linien gut sieht. Freilich ist die nötige Salzmenge größer als die homöopathische Dosis am Platindraht; aber die vorgezeichnete Einrichtung ist nicht so kostspielig, wie man glauben möchte. Chlorsaures Kali und Chlorcalcium hat man so wie so in größerer Menge vorrätig, von Lithium chloratum kosten 100 g 2,30 M., bei den andern Salzen, die man wohl demonstriert, sind die Preise z. T. erheblich geringer. (Kupfer verwendet man am besten in schmalen Streifen, von denen man ein Bündel mit der Zange in ein Gläschen mit Salzsäure taucht und dann in die Bunsenflamme hält.)

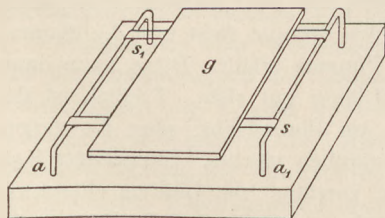
Diese Angaben dürften schon genügen, um zu zeigen, was für ein wertvolles Hilfsmittel Asbest im physikalischen und chemischen Unterricht sein kann. Wer damit arbeitet,

wird bald neue Möglichkeiten der Verwendung dieses Stoffes entdecken. Zum Schlufs sei noch erwähnt, dafs Asbestpappe ein guter Ersatz für die Korkstücke an eisernen Stativen und Haltern ist, die beim Erhitzen sehr leicht verkohlen.

Für die Praxis.

Die Funkentelegraphie in der Schule. Von H. Pflaum zu Riga. Um das Wesen der Marconischen Telegraphie mittels elektrischer Wellen im Unterrichte zu zeigen, kann man sich folgender einfachen Vorrichtung bedienen. Als Geber oder „Strahlapparat“ kann ein Henleyscher Entlader verwendet werden, wie solcher wohl in jedem physikalischen Kabinette vorhanden ist. Man läßt die Funken des Induktoriums auf die Drähte des Ausladers überspringen, nachdem dessen Kugeln in einer entsprechenden geringen Entfernung festgestellt worden sind. Die hierbei zwischen den Kugeln überspringenden Funken vermitteln eine elektrische Strahlung, die ihre Wirkung auf eine Entfernung von mehreren Metern deutlich ausübt, so dafs man in einem entfernten Teile des Lehrsaals den Empfänger aufstellen kann. Als solcher ist ein Funkenmikrometer mit Erfolg zu verwenden, dessen Kugeln ja leicht in beliebig geringe Entfernung gebracht werden können. Zwischen diese Kugeln klemmt man ein Stückchen steifes Papier und streut darauf soviel Kupferfeilicht, dafs die Lücke zwischen den Kugeln vollkommen ausgefüllt wird. (Vgl. diese Zeitschr. X 170.) Ist nun mit dem Funkenmikrometer ein galvanisches Element und eine elektrische Klingel verbunden, so ertönt letztere, sobald man das Induktorium in Thätigkeit setzt. Unterbrechen kann man das Klingeln durch schwache Erschütterung und so den Versuch einigemal wiederholen. Ist der Empfänger z. B. auf einem an der Wand befestigten Brette aufgestellt, so genügt es bei hinreichend empfindlicher Einstellung, dieses mit der Hand leicht zu berühren, um sofortige Unterbrechung des Stromes zu bewirken. Statt des Henleyschen Entladers kann man als Strahlapparat auch zwei auf Glassäulen befestigte und gegen einander verschiebbare Verteilungsconductoren gebrauchen. Ja es würde hinreichen, zwei gröfsere Messingkugeln auf Siegellackstangen zu befestigen und in entsprechende Entfernung von einander zu bringen.

Seide als Isolator bei Versuchen über Reibungselektrizität. Von Prof. Looser in Essen. Jeder Physiker wird den Schwierigkeiten bei Influenz- und andern Versuchen begegnet sein, welche infolge mangelhafter Isolation durch Glasfüße u. s. w. sich ihm entgegenstellen. Schreiber dieses benutzt seit Jahren Seide als Isolator und hängt beispielsweise die beiden zum Influenzversuche dienenden Kugeln an Seidenbändern nebeneinander leicht verschiebbar über einen horizontal in ein Stativ geklemmten Glasstab. Das wäre an und für sich nichts Neues; weniger bekannt dürfte aber sein, dafs die beste, jedenfalls am einfachsten hierfür zu erlangende Seide gebrauchte gelbe Cigarrenbänder sind, d. h. solche, welche schon mit dem Tabak lagerten. Um nicht auf die verhältnismäfsig kurzen Stücke angewiesen zu sein, bestellte sich Verfasser genau dasselbe Band aus einer Fabrik;



die gelieferte Sorte, sowie andere von Schülern mitgebrachte Proben hatten indessen nicht die Isolierfähigkeit wie die aus den Cigarrenkisten entnommenen Bänder. Ein Isolierschemel für den Experimentiertisch läßt sich in folgender Art leicht construieren. Man bringt 2 Glasstäbe in der Form $a a_1$ und befestigt dieselben, wie in der Figur ersichtlich, in ein Brett. Darüber spannt man 2 Seidenbänder $s s_1$ und legt darauf eine (etwas erwärmte) Glasplatte. Zwei solche kleine Schemel thun für viele Zwecke, z. B. Influenzversuche, vortreffliche Dienste. Bei dem Nachweis der freien E. bei Entladung der Kleistschen Flasche setzt man dieselbe einfach auf den Schemel und kann nun wie üblich die innere bezw. äußere Belegung mit 2 Pendelpaaren bezw. Elektroskopen verbinden, die man ebenfalls auf solche Schemel setzt.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein neuer Kreiselapparat wird von J. WANKA (*Vierteljahrsber. d. Wiener Vereins z. Förd. d. phys. u. chem. Unterr. III, 17*) beschrieben. Die Vorrichtung besteht aus zwei vollkommen gleichen Kreiseln von mässigen Abmessungen, deren Achsen in den einander gegenüber stehenden Lagern eines Ringes (Fig. 1) laufen. Jeder Ring besitzt 2 Zapfen *B* und *C*, mit denen er in ein halbkreisförmiges Verbindungsstück eingespannt werden kann. Jeder der Kreisel kann also in drei Hauptlagen befestigt werden. Als erste sei die bezeichnet, bei der der Zapfen *B* in eine Bohrung des geschlitzten Endes des Verbindungsstücks gesteckt ist; die zweite Hauptlage ergibt sich beim Einstecken des Zapfens *C*, wenn die Kreiselachse senkrecht zur Ebene des Verbindungsbügels steht, die dritte Hauptlage erhält man durch Drehung der Kreiselachse in der zweiten Hauptlage um den Zapfen *C* um 90° . Die drei Lagen der Kreiselachse stehen also aufeinander senkrecht. Der Verbindungsbügel trägt in der Mitte die mit Gegenmutter versehene Stellschraube *A*, mit deren Spitze der Apparat auf das ausgehöhlte Ende eines Fußgestells aufgesetzt wird. (Fig. 2.) Mit Hülfe der Stellschraube kann

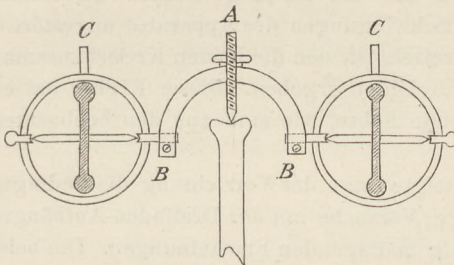


Fig. 1.

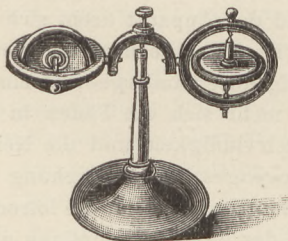


Fig. 2.

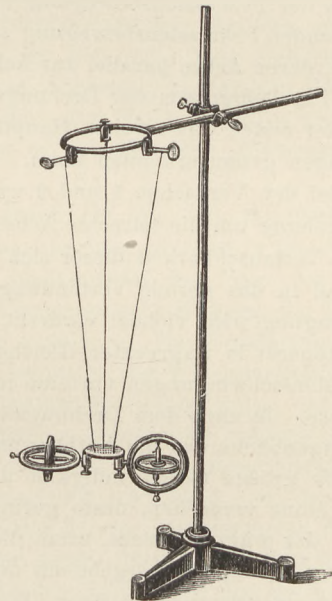


Fig. 3.

der Abstand des Unterstützungspunktes vom Schwerpunkte beliebig geändert werden. Für gewisse Versuche werden die zwei Kreisel statt in den Verbindungsbügel in ein gerades Verbindungsstück eingespannt. Durch drei gleich weit von einander abstehende Durchbohrungen dieses Stückes sind die Fäden einer Dreifaden-Aufhängung (Fig. 3) gezogen. Der Apparat gerät also, wenn er nach Verdrehung jener Fäden sich selbst überlassen wird, in Torsionsschwingungen um eine lotrechte Achse. Den vollständigen Apparat liefert die Firma Lenoir & Forster zu Wien, IV. Waaggasse 5, für 30 fl.

Bei beiden Anordnungen (Fig. 2 und 3) hat der Apparat eine wagrechte Gleichgewichtslage; bringt man ihn aus dieser heraus, so gerät er in Schwingungen. Von den unendlich vielen wagrechten Schwingungsachsen sind zwei die wichtigsten: die eine in der Richtung der Bohrungen des Verbindungsstücks, die andere senkrecht dazu. Die erstere werde als die lange, die andere als die kurze Achse bezeichnet. Um bei der Anordnung Fig. 2 die Kreisel bequem abziehen zu können, wird die Vorrichtung vom Fußgestell abgenommen und auf eine geeignete Holzunterlage gesetzt. Mit dem Apparat lassen sich folgende Versuche ausführen (vgl. diese Zeitschr. IV 76 und IX 30 u. 128):

1. Ein Kreisel wird in der ersten Hauptlage abgezogen, der um die kurze Achse geneigte Apparat auf das Fußgestell aufgesetzt und sich selbst überlassen. Der Präcessionskegel wird um so rascher beschrieben, je kleiner die Winkelgeschwindigkeit des Kreisels wird und je größer dessen Neigung gegen die Wagrechte ist. Hält man nach hinreichender Abnahme der Kreiselgeschwindigkeit den Apparat an, so sind die Nutationen wegen ihrer größeren Dauer und ihres größeren Bogens deutlicher zu beobachten. Die Richtung der Präcessionsbewegung läßt sich sehr einfach umkehren, indem man der Vorrichtung die entgegengesetzte Neigung giebt.

2. Ein Kreisel wird in der zweiten Hauptlage abgezogen und der um die lange Achse geneigte Apparat aufgesetzt. Die Vorrichtung dreht sich unter Beibehaltung der erteilten Neigung um eine lotrechte Achse, dabei beschreibt die Kreiselachse ein einschaliges Rotationshyperboloid, indem sie neben der Bewegung im Präcessionskegel noch eine Parallel-Verschiebung erfährt. Im allgemeinen verläuft der Versuch wie 1, doch ist die Abweichung der Nutationsbewegung von Cycloidenbögen größer, auch werden die Nutationen auffallend rascher gedämpft.

3. Der eine Kreisel wird in der ersten und gleichzeitig der andere in der zweiten Hauptlage in Drehung versetzt und der um die kurze Achse geneigte Apparat aufgesetzt. Bei Beginn der Präcessionsbewegung dreht dieser sich um die lange Achse. Unbeschadet der eintretenden Präcessionsbewegung sieht man Schwingungen des Apparates ungestört vor sich gehen, deren Achse parallel zur Achse des Kreisels ist, den die beiden Kreisel zusammen nach dem Parallelogramm der Drehungsgeschwindigkeiten ergeben. Dieser Kreisel hat eine zwischen der ersten und zweiten Hauptlage liegende Achse, wie man aus den beobachteten Schwingungen genau erkennen kann.

4. Bei den Versuchen 1 und 2 war die geneigte Lage der Vorrichtung die Bedingung und die Drehung um die lotrechte Achse die Folge; Versuche mit der Dreifaden-Aufhängung zeigen die Vertauschbarkeit dieser sich gegenseitig bedingenden Erscheinungen. Die beiden Kreisel sind in das gerade Verbindungsstück der Aufhängung an drei Fäden eingespannt. Die Aufhängung wird vielmal verdreht, der eine Kreisel in der ersten Hauptlage abgezogen und der Apparat in wagrechter Gleichgewichtslage sich selbst überlassen. Die Aufhängung macht Torsionsschwingungen um eine lotrechte Achse und der Apparat dreht sich um seine kurze Achse. Je nach dem Drehungssinn neigt sich die Kreiselachse nach oben oder unten. In dem Augenblicke, wo die Aufhängungsfäden vollständig auseinandergedreht sind, hat der Apparat die größte Geschwindigkeit und Neigung. Je mehr sich die Fäden in entgegengesetztem Sinne verdrehen, desto geringer wird die Geschwindigkeit und die Neigung des Apparates, der wagrecht steht, wenn die Fäden die entgegengesetzte Verdrehung beginnen. Die Neigung des Apparates geht mit der entgegengesetzten Drehung um die lotrechte Achse auch in die entgegengesetzte über. Wird der Kreisel in der zweiten Hauptlage abgezogen, so neigt sich nach der Verdrehung der Aufhängung der Apparat um die lange Achse. Man beobachtet den Wechsel der Neigung des sich drehenden Kreisels nach oben und unten oder rechts und links etwas günstiger an einer Aufhängung mit drei kurzen Fäden, die nur so weit verdreht wird, daß sich die Fäden unten berühren.

5. Der eine Kreisel wird in der dritten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung in wagrechter Gleichgewichtslage auf das Fußgestell aufgesetzt. Sie dreht sich ohne irgend eine Neigung um die lotrechte Achse. Die Drehung hat ihren Grund in der Reibung im unteren Lager der lotrechten Kreiselachse; denn es tritt die entgegengesetzte Drehung ein, wenn man den Ring des Kreisels um seinen Zapfen um 180° dreht. Mit Hülfe dieser Reibungswirkung läßt sich die Umkehrung der Versuche 1 und 2 auch ohne Dreifaden-Aufhängung zeigen. Man zieht den einen Kreisel in der dritten und den anderen in der ersten Hauptlage ab und setzt die Vorrichtung in ihrer wagrechten Gleichgewichtslage auf. Sie dreht sich um ihre lotrechte Achse und neigt sich zugleich um ihre kurze Achse. Wird der eine Kreisel in der dritten und der andere in der zweiten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung wagrecht auf das Fußgestell gesetzt, so beginnt bei der Drehung um die lotrechte Achse die Vorrichtung sich um die lange Achse zu neigen.

6. Der eine Kreisel wird in der dritten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung um die kurze Achse geneigt auf das Fußgestell gesetzt. Es neigt sich der Apparat um die lange Achse bei der Aufwärtsbewegung nach der einen und bei der Abwärtsbewegung nach der anderen Seite. Diese Bewegungen setzen sich mit der Drehung um die lotrechte Achse infolge der Reibung zu wellenförmigen Bewegungen zusammen. II. II.-M.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Bestimmung des Verhältnisses α der spezifischen Wärmen einiger Gase. Von O. LUMMER und E. PRINGSHEIM (*Wied. Ann.* 64, 555; 1898). Für ein vollkommenes Gas, das sich vom Druck p_1 auf den Druck p_2 adiabatisch ausdehnt und dessen absolute Temperatur dabei von T_1 auf T_2 sinkt, gilt die Gleichung $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}$. Daraus läßt sich, wenn p_1 , p_2 , T_1 und T_2 bekannt sind, α berechnen. Bei den in der physikalisch-technischen Reichsanstalt ange-stellten Messungen diente ein kugelförmiger Ballon aus Kupfer (etwa 90 Liter) zur Aufnahme des comprimierten Gases. Der Ballon hatte drei Öffnungen. Durch die eine Öffnung trat das Gas aus einer Compressionspumpe in den Ballon ein, eine zweite Öffnung diente als Ausflußöffnung. Die dritte Öffnung nahm einen Bolometerstreifen, der den einen Zweig einer Wheatstoneschen Brückencombination bildete, in sich auf. Der Streifen war aus Platinsilberblech geschnitten; das Silber wurde dann abgeätzt, so daß ein Platinstreifen von nur 0,0006 mm und 80 Ohm Widerstand übrig blieb. Der Ballon stand in einem Kasten, der mit Wasser gefüllt war, welches durch Röhren in fortwährender Bewegung erhalten werden konnte.

Den Anfangsdruck p_1 bestimmten die Verff. durch ein mit dem Gaszuleitungsrohre verbundenes Manometer, den Enddruck p_2 , den das Gas beim Austritt in die Atmosphäre erhielt, durch das Barometer. Beobachtungsfehler beeinflussten den Wert von α nur um 0,1 Prozent. Die Temperatur T_1 ergab sich durch thermometrische Messung der Temperatur des Wasserbades; sie liefs sich bis auf 0,01° genau ausführen. Zur Bestimmung der Endtemperatur T_2 des sich ausdehnenden Gases wurde zunächst die Widerstandsänderung ge-messen, welche der Bolometerstreifen während der Druckerniedrigung von p_1 auf p_2 erfährt. Dann mußte aus dem Widerstand w_2 , den der Streifen im Moment der größten Abkühlung des Gases besafs, seine Temperatur bestimmt werden. Dazu wurde ohne Compression des Gases durch Abkühlung des Wasserbades die Temperatur hergestellt, bei der nach Ein-schaltung des vorher benutzten Vergleichswiderstandes W_2 das Galvanometer der Wheat-stoneschen Brücke in Ruhe blieb. Das Thermometer zeigte dann unmittelbar T_2 an. Die Fehler, die durch Leitung oder Strahlung der Wärme des Ballons und des Bolometers etwa entstehen könnten, konnten teils vernachlässigt, teils corrigiert werden. Verff. erhielten aus einer gröfseren Zahl von Messungen folgende Mittelwerte für α : Luft 1,4025, Sauerstoff 1,3977, Kohlensäure 1,2995, Wasserstoff 1,4084. Schk.

Nachweis der dünnen Zenkerschen Blättchen in den Lippmannschen Farbenbildern. Von R. NEUHAUSS (*Wied. Ann.* 65, 164; 1898). Bereits 1869 hatte ZENKER in seinem „Lehrbuch der Photochromie“ die Entstehung der Farben bei den damals bekannten farbigen Photogrammen zurückgeführt auf sehr feine Silberschichten in der farbenempfindlichen Substanz, die, durch stehende Lichtwellen hervorgerufen, den Abstand einer halben Wellenlänge der betreffenden Farbe besaßen. Später gelang es WIENER nachzuweisen, daß stehende Lichtwellen in der That erzeugt werden, sobald bei Reflexion an einer glänzenden Fläche der einfallende Strahl mit dem reflektierten interferiert. Er photographierte die stehenden Lichtwellen, zeigte aber nicht, daß die Farben in der Farbenphotographie wirklich durch stehende Lichtwellen erzeugt werden. Für diesen Nachweis bot das von LIPPMANN eingeschlagene Verfahren, durchsichtige Bildschichten auf Glasunterlage herzustellen, eine weit geeignetere Grundlage. Daß eine direkte Beobachtung der „Zenkerschen Blättchen“ nicht unter der Grenze unseres Erkennungsvermögens liegt und mit den vorhandenen optischen Hilfsmitteln erreichbar ist,

geht daraus hervor, daß die sehr gut auflösbaren Querstreifen bei *Amphipleura pellucida* einen Abstand von 0,00022—0,00025 mm besitzen, während die halbe Wellenlänge des Spektralrot 0,00038 mm beträgt. NEUHAUSS ist es gelungen, den Nachweis von dem Vorhandensein der dünnen Zenkerschen Blättchen zu erbringen. Er stellte nach der Lippmannschen Methode ein farbiges Spektralbild her. Eine Glasplatte wurde mit Collodium und nach dem Trocknen des letzteren mit Silbereiweiß überzogen. Die Belichtung in der Quecksilberkassette geschah mit Hilfe des Spektrographen, die Entwicklung mit Pyrogallusammoniumcarbonat. Die fixierte und getrocknete Bildschicht liefs sich leicht vom Glase abziehen. Der zu benutzende Teil des Häutchens aus dem roten Spektralgebiet wurde dann teils in Paraffin, teils in Colloidin eingeschlossen; Herr FLATAU vom I. anatomischen Institut zu Berlin stellte etwa 100 feine Schnitte her, die zur mikroskopischen Beobachtung in Kanadabalsam oder Glycerin eingebettet wurden. Durch verschiedene Versuche stellte NEUHAUSS fest, daß central einfallendes blaues Licht von der Wellenlänge 0,00045 mm und ein Objektivsystem von 1,18 num. Ap. für die Versuche am geeignetsten waren. Als Lichtquelle diente Sonnenlicht, das durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak hindurchging. So konnte man die dünnen Zenkerschen Blättchen direkt wahrnehmen; noch deutlicher wurden sie bei mikrographischen Aufnahmen in viertausendfacher Linearvergrößerung. Mit einem von der Firma Zeiss in Jena gelieferten vorzüglichen Achromat liefsen sich unter Benutzung der Aperturen 1 bis 1,30 die Streifensysteme auch mit weißem oder gelbem Licht auflösen. Die vom Verf. beigegebene Abbildung zeigt die Lamellenstruktur des Querschnitts sehr deutlich. Die Lamellen haben infolge des Silberkorns und eingetretener Schrumpfung einen wellenförmigen Verlauf. Die am Negativ gemessenen Abstände der Streifen stimmen genau mit den errechneten Lamellenabständen überein, woraus die Richtigkeit der Zenkerschen Theorie sich ergibt.

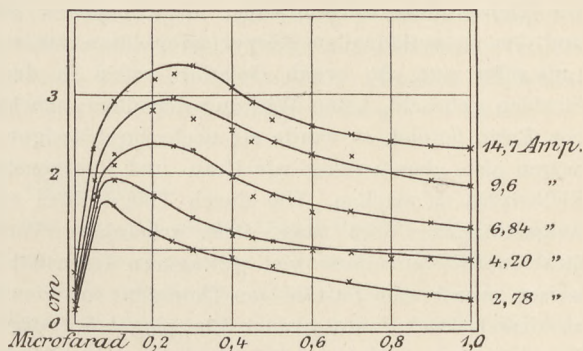
Schk.

Magnetische Eigenschaften von gehärtetem Stahl. In den *Compt. rend.* CXXV, 1165; 1897 (*Zeitschr. f. Instr.* XVIII 223) untersucht S. CURIE verschiedene Stahlsorten nach einem gut bestimmten Härteverfahren auf ihre magnetischen Eigenschaften. Die verwandten Stäbe und Ringe wurden durch eine Platinspirale stark erhitzt und dann in Wasser abgelöscht, dabei wurde gleichzeitig die durch den erhitzenden Strom hervorgerufene Magnetisierung mit einer Magnetnadel gemessen. Die Versuche zeigten, daß man einen Stahlstab bis über den Punkt der sogenannten magnetischen Umwandlung (etwa 800°) hinaus erwärmen muß, um ihn härten zu können. Die Messungen an Stahlsorten von verschiedenem Kohlegehalt lieferten folgende Ergebnisse: a) die Coercitivkraft nimmt mit wachsendem Kohlegehalt bis zu einem Gehalt von 1,2 % zu, dann wieder ab; b) die Remanenz nimmt mit wachsendem Kohlegehalt zunächst zu, erreicht bei 0,5 % den größten Wert und fällt dann wieder; c) die größte Magnetisierungsstärke nimmt dauernd mit wachsendem Prozentgehalt ab; d) die Hysteresis wächst mit dem Prozentgehalt und scheint bei 1 % einen größten Wert zu erreichen. Legiert man den Stahl mit Metallen, so ändert sich die Remanenz wenig, dagegen wird die größte Induktion verringert und die Coercitivkraft erhöht. Während Legierungen mit Nickel, Chrom und Kupfer keine allzu starke Änderungen hervorriefen, verbesserte das Legieren mit Wolfram und Molybdän den Stahl erheblich. Für Stahl, der nur Kohle enthält, kann man die Coercitivkraft 60 erreichen, für Wolframstahl gewinnt man 70 bis 74, für Molybdänstahl sogar 80 bis 85. Bisher pflegte man vornehmlich Wolframstahl für Dauermagnete zu verwenden; diese Untersuchungen zeigen jedoch, daß man mit Molybdänstahl noch bessere Ergebnisse erzielen würde.

H. H.-M.

Über die Funktion des Condensators in einer Induktionsrolle. Von T. MIZUNI in Tokio (*Phil. Mag.* 45, 447; 1898). Der Verf. bestimmt die maximale Funkenlänge zwischen den Endpunkten des sekundären Stromkreises, wenn in den primären Kreis im Nebenschluß ein Condensator mit veränderlicher Kapazität eingeschaltet wurde. Die Stärke des Primärstroms wurde durch einen in denselben eingeschalteten Strommesser bestimmt. Die beifolgende Figur zeigt die bei einer Induktionsrolle für 5 verschiedene Stromstärken erhaltenen Kurven. Die Abscisse bedeutet die Kapazität in Mikrofarad, die Ordinate giebt die maximale Funken-

länge in cm an. Die Kurven zeigen, daß es für einen gegebenen Primärstrom eine entsprechende Kapazität gibt, die die sekundäre Funkenlänge zu einem Maximum macht. Der Wert der Kapazität für die maximale Funkenlänge wird um so größer, je stärker der Primärstrom ist. Diesseits des Maximalpunktes besteht die Wirkung der Kapazität darin, die Funkenlänge zu vergrößern, jenseits desselben sie zu verringern, letzteres aber in weit geringerem Maße als ersteres. Da die Erzeugung großer Spannungen in der sekundären Rolle Zweck des Induktionsapparates ist, so muß bei der Anfertigung desselben darauf geachtet werden.



Zu ähnlichen Resultaten war schon etwas früher WALTER (*Wied. Ann.* 62, 300; 1897) gelangt. Er fand ebenfalls die Abhängigkeit der Funkenlänge von einer bestimmten Kapazität, prüfte aber nicht die Beziehung der Kapazitäten zu verschiedenen Primärströmen. Aus theoretischen Betrachtungen schließt er, daß das Maximum der Potentialdifferenz im sekundären Stromkreise $E_2 = J_1 \sqrt{Z_2/C_1}$ ist, wo J_1 den Primärstrom, Z_2 den Selbstinduktionskoeffizienten der sekundären Rolle, C_1 die Kapazität des Condensators bedeutet. Nach MIZUNIS Meinung reichen aber die bisherigen Theorien noch nicht aus, um die Wirkung der Kapazität des Condensators auf den sekundären Strom genügend darzustellen. Schk.

Über den Einfluß gelöster Substanzen und der Elektrisierung auf die Wiederbildung von Wolken. Von H. A. WILSON (*Phil. Mag.* 45, 454; 1898). Der Verf. stellt folgenden Versuch an. Aus einem Sprühhapparat wird eine Wolke einer Lösung in ein mit derselben Lösung gefülltes größeres Gefäß geblasen; aus diesem geht die Wolke durch zwei mit Schwefelsäure gefüllte Flaschen hindurch in ein zweites Gefäß, das unten Wasser enthält. Besteht die erste Wolke aus destilliertem Wasser, so wird dieses vollständig von der Schwefelsäure aufgenommen, und in dem zweiten Gefäß ist von einer Wolke nichts mehr zu sehen. Tritt dagegen ein Sprühregen einer verdünnten Lösung einer nicht flüchtigen Substanz (Salz, Zucker, auch Schwefelsäure, Glycerin) in das erste Gefäß, so bildet sich auch in dem zweiten Gefäß eine dichte Wolke, sobald sich hierin Wasser befindet, sie bleibt dagegen aus, wenn es trocken ist. Die Erklärung besteht darin, daß die kleinen Tropfen, welche die erste Wolke bilden, von der Schwefelsäure ihrer Flüssigkeit beraubt werden, während kleine Theilchen Salz u. s. w., sobald sie in die feuchte Atmosphäre des zweiten Gefäßes gelangen, hier den Niederschlag von Wasserdampf und die Bildung einer neuen Wolke veranlassen. Es wurde die primäre Wolke ferner durch den Pol einer in das erste Gefäß eingeführten Batterie elektrisiert und durch geeignete Isolation bewirkt, daß die Elektrisierung des Gases auch nach der Hindurchleitung durch Schwefelsäure noch vorhanden war. Jetzt entstanden in dem zweiten Gefäß keine Wolken. Schk.

Thorstrahlen. Von G. C. SCHMIDT (*Wiedem. Ann.* 65, 141; 1898). Das Thor und die Thorverbindungen senden Strahlen aus, welche große Ähnlichkeit mit den Uranstrahlen besitzen. Eine in Papier lichtdicht eingewickelte photographische Platte wird durch eine Thorverbindung nach ein oder zwei Tagen vollständig geschwärzt; ein auf die Platte gelegtes Kreuz aus Metall bildet sich vollständig ab. Blei absorbiert die Strahlen am meisten, dann folgen Kupfer, Messing, Aluminium, Gelatine, Papier; die Durchlässigkeit hängt also im wesentlichen von der Dichte ab. Mit Hilfe des Apparates von ELSTER und GEIFEL wies SCHMIDT nach, daß die Thorstrahlen die Luft leitend machen und geladene Körper durch sie entladen werden können. Die Methode der Entladung elektrisierter Körper benutzte Verf. auch zur Messung der Absorption einiger Substanzen für Thorstrahlen. Es ergab sich hierbei, daß Blei die Strahlen am meisten, Aluminium sie am wenigsten absorbiert; Zink Zinn, Messing, Kupfer, Silber sind ziemlich gleich gut durchlässig. Legte man nacheinander

verschiedene Lagen von Stanniol auf die Thorverbindung, so war die Absorption in den aufeinander gelegten Schichten kleiner als die Summe der in den einzelnen auftretenden. Die Thorstrahlen dürften daher nicht homogen sein. Ein zwischen die Thorverbindung und den zu entladenden Körper gebrachter fester Isolator hob die Leitungsfähigkeit der Luft sofort auf. So ergab Gelatine, selbst in den dünnsten Schichten in den Gang der Strahlen gebracht, keine Wirkung derselben; machte man aber die Gelatine durch Zusatz von Eosin leitend, so wurde sie noch durchlässiger als Aluminium. Die Thorstrahlen vermögen also, ebensowenig wie Uran- und Röntgenstrahlen, feste Dielektrica zu Leitern der Elektrizität zu machen. Die durch Thorstrahlen erregte Luft verlor sehr rasch ihre Leitungsfähigkeit; doch mag diese scheinbare Verschiedenheit mit den eben genannten Strahlenarten auf ihrer viel geringeren Intensität beruhen. Um eine Reflexion nachzuweisen, wurde eine Pastille von Thorsulfat in einen lichtdicht schließenden Kasten gebracht, an dessen Deckel ein kleiner Bleispiegel befestigt war. Durch eine Bleiwand von dem Thorsulfat getrennt, befand sich eine photographische Platte, über dieser ein eiserner Nagel, der sich bei einer Reflexion als Schatten auf der Platte abbilden mußte. Nach dreiwöchentlicher Einwirkung war in der That beim Entwickeln ein Schatten zu erkennen. Eine gewisse diffuse Reflexion findet also wohl statt. Um eine Brechung nachzuweisen, wendete SCHMIDT eine Versuchsanordnung an, welche BECQUEREL (*C. R.* 122, 559; 1898) für die Uranstrahlen benutzt hatte. Eine Thorverbindung wurde in ein Glasröhrchen gebracht, das auf einer Seite mit einem Deckgläschen geschlossen war. Wurde das Röhrchen mit dieser Seite auf ein Aluminiumblech gestellt, das eine photographische Platte bedeckte, so zeigte sich nach der Bestrahlung auf der Platte ein schwarzer Fleck, umgeben von einem helleren Ring, dem sich dann wieder ein dunklerer anschloß. Der schwarze Fleck rührt von der Strahlung der Grundfläche des Röhrchens her, der dunkle Ring von der Glaswandung. Die dazwischen liegende hellere Zone beweist, daß die von den Seitenflächen herrührenden Strahlen beim Übergang in die Glaswand gebrochen und dann an der Luft total reflektiert werden. Eine Brechung der Thorstrahlen mittels eines Glas- oder Aluminiumprismas war jedoch nicht nachzuweisen. Eine Polarisation und chemische Wirkung schien nicht vorhanden zu sein. Ebenso wie die Uransalze erwiesen sich die Thorverbindungen als lichtelektrisch unempfindlich.

SCHMIDT untersuchte noch eine große Zahl von lichtelektrisch empfindlichen Körpern, ob sie durch Papier hindurch auf eine photographische Platte zu wirken vermögen. Zink, Reton und Flussspath thun das in der That, viele andere dagegen nicht, so daß ein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen nicht zu bestehen scheint. Die von Flussspath, Reton, Zink etc. ausgehenden Strahlen unterscheiden sich von den Uran- und Thorstrahlen dadurch, daß sie die Luft nicht leitend zu machen vermögen.

Das Vorhandensein der Thorstrahlen hat, unabhängig von SCHMIDT, auch CURIE (*C. R.* CXXVI, 1101; 1898) nachgewiesen. Er zeigte zunächst die Leitungsfähigkeit der Luft unter dem Einfluß der Uran- und Thorstrahlen, indem er eine Platte eines Condensators von 100 Volt Spannungsdifferenz mit einer gleichmäßigen Schicht der pulverisierten Substanz überzog und den zwischen den Platten entstehenden Strom maß. Am wirksamsten waren Uran und Thor; das hohe Atomgewicht dieser Elemente hängt vielleicht damit zusammen. Zwei Uranverbindungen: die Pechblende (Uranoxyd) und Chalkolith waren aktiver als Uran selbst; vielleicht enthalten beide ein neues, durch Aktivität ausgezeichnetes Element. Künstlicher Chalkolith war nicht aktiver als Uran.

Für die Absorption und die photographische Wirkung der Thorstrahlen fand CURIE ähnliche Ergebnisse wie SCHMIDT. Bemerkenswert ist aber, daß Thoroxyd, in dicker Schicht auf die Condensatorplatte aufgetragen, viel durchdringendere Strahlen aussendet als in dünner Schicht. Das Thoroxyd scheint also für die von ihm ausgesandten Strahlen völlig durchlässig zu sein. Die Uranverbindungen zeigten diese Eigenschaft nicht.

Nach CURIES Meinung sind die von Uran und Thor ausgesandten Strahlen sehr ähnlich den sekundären Röntgenstrahlen, wie sie SAGNAC beschrieben hat (*d. Ztschr.* XI 182).

Unter der Einwirkung primärer Röntgenstrahlen senden Uran, Pechblende und Thoroxyd sekundäre Strahlen aus, welche in Bezug auf die Entladung elektrisierter Körper eine gröfsere Wirkung haben als die sekundären Bleistrahlen. Um die spontane Strahlung des Urans und Thors zu erklären, könnte man annehmen, dafs der ganze Raum beständig von den X-Strahlen analogen Strahlenarten durchzogen wird, die aber nur von gewissen Elementen mit hohen Atomgewichten, wie Uran und Thor, absorbiert werden können. *Schk.*

3. Geschichte.

Zur Geschichte des roten Phosphors und der schwedischen Zündhölzchen. Von A. BAUER.

In der neugegründeten *Österr. Chemikerzeitung* (Forts. der Ztschr. f. Nahrungsmittelunter., Hyg. und Warenk., I, 1, S. 3) berichtet Hofrat Prof. AL. BAUER in Wien, teilweise an eigene Erlebnisse anknüpfend, über die näheren Umstände, die zur Entdeckung der roten Modifikation des Phosphors durch Schrötter führten. Bis Mitte der vierziger Jahre hatte den Lehrstuhl für Chemie in Wien der „alte Meißner“ inne, der gegen die „Modernen“, besonders Justus Liebig einen lebhaften Kampf führte und seine Ansichten in einem mehrbändigen Lehrbuche „Neues System der Chemie“ niederlegte. Dieselben bildeten ungefähr das gerade Gegenteil zu den Anschauungen der heutigen Energetiker, indem alle Erscheinungen auf die einzig reale Substanz zurückgeführt werden. Wärme z. B. war danach ein Stoff „Aräon“, Licht eine Verbindung desselben mit Sauerstoff, ähnlich die anderen „Imponderabilien“. Als 1845 Schrötter auf Veranlassung Liebigs aus Graz nach Wien gekommen war, um Meißners Lehrstuhl einzunehmen, erschien bei ihm ein Schüler Meißners mit einer zugeschmolzenen Glasröhre, die Phosphor, bedeckt mit roter Kruste, enthielt; letztere, seit längerem bekannt, wurde damals für ein niedriges Oxyd des Phosphors gehalten. Er suchte Schrötter von der Richtigkeit der Theorie Meißners zu überzeugen, indem er mitteilte, dafs er aus der Röhre die Luft d. h. den Sauerstoff durch Einleiten von Kohlensäure verdrängt und den Phosphor dann wochenlang dem Sonnenlichte ausgesetzt hätte; so wäre der Phosphor oxydiert, weil er eben dem Lichte den Sauerstoff entzogen hätte, — eine andere Quelle für diesen wäre nicht vorhanden. Zum Beweise zeigte er noch eine zweite Röhre, die dem Lichte nicht ausgesetzt war und den Phosphor kaum merklich verändert zeigte. Schrötter nahm die erste Röhre zu sich und kam bald auf den glücklichen Gedanken, die Phosphorstange in Schwefelkohlenstoff zu legen, um das vermeintliche Phosphoroxyd, das sich als unlöslicher Rückstand absetzte, näher zu untersuchen. So kam er im Verlauf seiner Forschungen zur Erkenntnis der richtigen Natur des roten Phosphors als einer blofsen allotropischen Modifikation des gewöhnlichen. Seine Bezeichnungsweise „amorpher“ Phosphor mußte allerdings aufgegeben werden, da sich die Modifikation als mikrokristallinisch erwies. Schrötters Prioritätsrecht, zuerst von E. Kopp und Napoli bestritten, wurde später allgemein anerkannt. Auf der ersten Pariser Weltausstellung 1855 wurde der „amorphe“ Phosphor als eines der interessantesten Objekte bewundert und brachte Schrötter, — der als ein Wohlthäter der Menschheit gepriesen wurde, da es ihm gelungen sei, dem Phosphor die giftigen Eigenschaften zu benehmen — den Montyonpreis im Betrage von 2500 Frcs. ein. Sonst hat Schrötter aus seiner Entdeckung materielle Vorteile nicht gezogen, sondern die Verwertung anderen überlassen. So machte im Jahre 1848 Rudolf Böttger die ersten Versuche, den roten Phosphor in die Zündhölzchenindustrie einzuführen. Ihm folgte 1854 und 1855 Preshel in Wien, Fürth in Goldenkron u. a. Trotzdem dauerte es noch geraume Zeit, bis diese Zündhölzchen mit getrennter Reibfläche als „schwedische Zündhölzchen“ den Weltmarkt eroberten. *O.*

4. Unterricht und Methode.

Physik an höheren Schulen. Von Dr. KEFERSTEIN in Hamburg. In dem „Encyklopädischen Handbuch der Pädagogik“ von Dr. Rein bildet diese Abhandlung einen nur 32 Seiten umfassenden Bestandteil. Im allgemeinen Teil werden namentlich Inhalt und Aufgabe der Physik, die Methode der Physik, Ziele und Umfang des physikalischen Unter-

richts behandelt. In diesen Abschnitten knüpft der Verfasser mehrfach an historische und methodische Bemerkungen von E. Dühring an. Wir stimmen einer solchen Berücksichtigung des ebenso scharfsinnigen wie tiefgründigen Philosophen durchaus bei, hätten aber gern gesehen, wenn die sehr allgemein gehaltenen Stellen, die aus Dührings „Logik und Wissenschaftstheorie“ herausgehoben sind, durch speziellere Beispiele und Anwendungen ergänzt wären. Auch ist die Methode der von Bacon angegebenen „Ausschließungen“ keineswegs ganz zu verwerfen, sie bildet vielmehr im Beginn der Untersuchung stets ein wichtiges Mittel, unzulässige Erklärungen abzuthun. Wertvoll ist der Hinweis auf die Methode des vorläufigen gedanklichen Entwurfs (Galileis *„mente concipio“*), die bei der Entdeckung der Fallgesetze zur Ausführung gebracht ist. Unter den Zielen des physikalischen Unterrichts werden der Reihe nach besprochen: Einfluß auf die Bildung des Willens, Erziehung zum wissenschaftlichen Denken (vgl. das Programm d. Ztschr. I 1 und Höfler II 8), Ausbildung der Beobachtungsfähigkeit, sprachliche Ausbildung, Übermittlung positiver Kenntnisse, Erziehung zum praktischen Handeln. Hierbei berührt der Verf. u. a. auch die Verwendung der Hypothese, die Schülerübungen und den Handfertigkeitsunterricht; er warnt vor zu weitgehender Berücksichtigung des technischen Gebiets. In alle diese Einzeldarstellungen sind Hinweise auf die bemerkenswertesten didaktischen Arbeiten der letzten Zeit eingeflochten.

In dem Abschnitt über „Methodik des physikalischen Unterrichts“ werden zunächst allgemeine Erörterungen über das Experiment vorgetragen. Der Satz der neueren Lehrpläne, daß der Versuch bei allen Betrachtungen in den Vordergrund zu stellen sei, wird als einschränkungsbedürftig bezeichnet, und zwar auf die Fälle, in denen die Beobachtung nicht ausreicht; diese (die Beobachtung) sei vielmehr unter allen Umständen zum Ausgangspunkt zu nehmen, „und erst an der Stelle, wo sie sich als unzureichend erweist, und die induktive Zergliederung der von ihr gelieferten Thatsachen auf Zweifel führt, die sich nur durch eine durchdachte Gestaltung und Abänderung der Bedingungen ihres Zustandekommens schlichten lassen, hat das Experiment einzutreten“. Auch eine Häufung von Versuchen, die keine nennenswerten von einander verschiedenen Ergebnisse liefern, sei zu widerraten, überhaupt jedes unnötige Experimentieren zu vermeiden, da die hierauf verwendete Zeit für das gedankliche Durcharbeiten der Experimente verloren gehe. — In dem Abschnitt „Schülerversuche“ (nicht „Schulversuche“, wie gedruckt steht) und „häusliche Arbeiten“ wird die Anregung der Schüler zu eigenen Beobachtungen und Versuchen befürwortet. Als wirksamste Art der häuslichen Wiederholung wird die Behandlung kurzer Aufgaben bezeichnet. — In dem Abschnitt über das „Verhältnis zwischen Mathematik und Physik“ lehnt der Verfasser die Forderung, daß auf der höchsten Klassenstufe der mathematische Unterricht in dem physikalischen aufgehen müsse, ab. — In Bezug auf „Wiederholungen“ schließt er sich an Kiessling und Schwalbe an.

Unter der Überschrift „Didaktik der Physik“ ist die Vorbildung des Lehrers und seine Vorbereitung auf den Unterricht (auch Seminar, Ferienkurse, litterarische Hilfsmittel) kurz behandelt. In Betreff des Unterrichtszimmers wird auf die neueren Forderungen (Unterrichts-, Arbeits- und Sammlungszimmer) verwiesen. Unter „Apparatsammlung“ wird nach Hinweis auf die Normalverzeichnisse u. a. die Aufstellung eines Firmenkatalogs als wünschenswert bezeichnet; die Redaktion dieser Zeitschrift hat öfter an diese Aufgabe gedacht, sich aber die Schwierigkeit des Unternehmens nicht verhehlen können.

Es folgt nun in demselben Abschnitt das wichtige Gebiet der Stoffauswahl und Stoffverteilung. Hier wird, im Einklang mit unserer Zeitschrift, gegen die Überlieferung von „möglichst viel positivem Wissen“ angekämpft, die Zweistufigkeit gebilligt, und für die Auswahl die trefflichen Bemerkungen der österr. Instruktionen und Höflers (d. Z. VI 118) angeführt. Es werden dann die neueren Aufstellungen über die Stoffauswahl aufgezählt, besonders auch auf Machs Grundrifs der Naturlehre für die oberen Klassen aufmerksam gemacht.

Zur Didaktik der einzelnen physikalischen Disciplinen werden auf wenigen Seiten zumeist nur Hinweise auf neuere Veröffentlichungen gegeben. Die Betrachtung der allgemeinen Eigenschaften wird, wie heut wohl fast allgemein geschieht, auf die unbedingt notwendigen Grundbegriffe beschränkt, dagegen Cohäsion u. s. w. abgelehnt. Zur Frage des C. G. S.-Systems bemerkt der Verfasser: „Gegen die Definition des Grammes als Einheit der Masse schon im Anfangsunterricht spricht auch die Schwierigkeit, mit welcher der Massenbegriff behaftet ist“ (man vgl. Mach, Mechanik); die klare Erfassung der hierfür nötigen Deduktionen setze schon eine erhebliche Schulung im physikalischen, ja im philosophischen Denken voraus und sei jedenfalls erst auf der Oberstufe anzustreben. Zum Dyn werden die Veranschaulichungen Kiefslings empfohlen und die von Faustmann (d. Zeitschr. VI 309) mitgeteilt. — Aus der Mechanik werden im besonderen hervorgehoben: die Verwendung der Fallrinne, die Behandlung des Trägheitsmoments, das Gravitationsgesetz. Den bayerischen Gymnasien wird nachgerühmt, daß der Astronomie ein ausgezeichnete Platz in den Lehrplänen angewiesen sei, nämlich als Abschluß des Physikunterrichts in Oberprima. Doch muß hierzu gesagt werden, daß dasselbe auch auf preussischen Gymnasien der Fall zu sein pflegt. — Für Akustik und Optik verweist der Verf. auf Kiefslings Didaktik, das Programm von Langguth (Iserlohn 1886), und die 150 Versuche von Zwick-Ernecke. Aus der Wärmelehre werden nur Machs Festsetzungen und die Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents nach Rob. Mayer namhaft gemacht. — In der Elektrizitätslehre endlich wird auf die Arbeiten über die Einführung des Potentials verwiesen; für den Übergang von der Reibungselektrizität zum Galvanismus wird im allgemeinen die Potentialdifferenz offener Ketten als die geeignetste Vermittlung betrachtet, dagegen die Benutzung der Kraftlinien für diesen Zweck als zu schwierig (wegen der damit verknüpften theoretischen Vorstellungen) bezeichnet. Im übrigen wird den Kraftlinien ihr Wert als wirksames Veranschaulichungsmittel nicht abgesprochen. Auch die verschiedenen neueren Ableitungen des Ohmschen Gesetzes werden namhaft gemacht.

Nach dem allen kann die vorliegende Arbeit in der Hauptsache als ein willkommener Überblick über den jetzigen Stand des physikalischen Unterrichts, und zugleich als eine Art von litterarischem Nachweis gelten. In wichtigen didaktischen Fragen wird auf Kiefslings umfangreichere Arbeit (vgl. d. Ztschr. IX 97) verwiesen. Einsichtiges Maßhalten im Einzelnen, philosophische Gesichtspunkte in bezug auf das Ganze, bilden das Gepräge der Arbeit, die nicht beansprucht, neue Bausteine zu einer künftigen Didaktik beizutragen, sondern sich damit begnügt, verständnisvoll den vorhandenen Bestrebungen nachzugehen. P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Ein neues Erhitzungs- und Reduktionsverfahren. Von H. GOLDSCHMIDT in Essen. Auf der letzten Hauptversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft in Leipzig (April 1898) wurde von Dr. H. GOLDSCHMIDT ein neues Verfahren zur Erzeugung hoher Temperaturen und zur Darstellung von schwer schmelzbaren kohlefreien Metallen vorgeführt, das auf der Verwendung von Aluminium beruht und in der That dazu berufen erscheint, der technischen Verwertung dieses Metalls ein neues Gebiet zu eröffnen. Angeregt von Claude Vautin hat GOLDSCHMIDT die schon Wöhler und anderen bekannte Fähigkeit des Aluminiums, Metalloxyde zu reduzieren, aufs neue untersucht. Bei den Versuchen der Vorgänger, die nur mit kleinen Mengen arbeiteten, wurde das ganze Gemisch des betreffenden Metalloxydes mit Aluminium durch zugeführte Wärme auf die Reaktionstemperatur gebracht: die Folge war eine heftige, mit großen Materialverlusten verbundene Reaktion. GOLDSCHMIDT fand nun, daß es genügt, das Reaktionsgemisch an einem Punkte auf die Entzündungstemperatur zu bringen, die Entzündung setzt sich dann durch die ganze Masse fort; der Prozeß wird also aus einem Wärme verbrauchenden und dann plötzlich erfolgenden in einen Wärme liefernden, allmählich verlaufenden umgewandelt — mit anderen Worten, es wird die exothermische Natur der ganzen Reaktion ausgenutzt.

Hierdurch ist auch die Möglichkeit gegeben, mit großen Massen zu arbeiten. Zur Entzündung dient eine aus Baryumsuperoxyd und Aluminium bestehende Zündkirsche, die mit einem Magnesiumbändchen versehen ist. — Es mag bemerkt werden, daß die Versuche H. GOLDSCHMIDTS in naher Beziehung stehen zu den umfangreichen Untersuchungen Clemens Winklers und Ludwig Gattermanns über die Reduktion von Sauerstoffverbindungen durch Magnesium (vergl. ds. Zeitschr. II 252 und V 146).

Das neue Verfahren läßt zwei Hauptverwendungsarten zu: 1. die Ausbeutung der wärmeliefernden Kraft, 2. die der reduzierenden Kraft. Letztere führt zur Gewinnung reiner Metalle oder Legierungen. Bei einem Überschuss ihres Oxydes entstehen nämlich die Metalle frei von Aluminium, welches dabei vollständig zu Korund oxydiert wird, der obenauf schwimmt. Die Wärmewirkung wurde der Versammlung in einem Hartlötungsversuch gezeigt. Ein einzölliges Eisenrohr mit Flantsch und aufgelegtem Hartlot wurde in die Erhitzungsmasse eingepackt, die aus billigem Oxyd (Eisenerz), 100 g Rohaluminium und Sand bestand. Durch den Sand wird das Gemisch verdünnt und vor vollständigem Zusammenschmelzen bewahrt. Nach Einleiten der Reaktion schmilzt das Hartlot und verbindet die beiden Eisenstücke; die Kosten einer solchen Lötung sind nur geringe. In ähnlicher Weise können große Niete, wie sie zum Brückenbau Verwendung finden, eingepackt und erhitzt werden; sie sind beim Ausschütten des Ganzen vollkommen glühend und stauchfertig. Auch kann man durch eine schmiedeeiserne Platte ein Loch schmelzen, wenn man auf die dafür bestimmte Stelle Erhitzungsmasse bringt und nach Eintreten der Reaktion schnell nachträgt. Auch zum Schweißen kann das Verfahren dienen und zwar — gegenüber der elektrischen Schweißung — mit dem Vorteil, daß die Arbeitsstücke eine völlig gleichmäßige Durchwärmung erfahren. — Die Reindarstellung von Metallen wurde in einem besonders schönen Beispiel gezeigt, indem metallisches Chrom dargestellt wurde, wozu eine Erhitzung von etwa 3000° erforderlich ist. In einem mit Magnesia ausgefütterten Tiegel wurde ein Gemisch von Chromoxyd und Aluminium in der oben angegebenen Weise entzündet; es bildeten sich innerhalb weniger Minuten etwa 5 kg reinen metallischen Chroms, was einer Leistung von etwa 2000 PS entspricht, sofern man die bei dem Vorgang frei werdende Arbeit gleich der zur Gewinnung des Aluminiums aufgewendeten setzt. Die Außenwand des Tiegels wird dabei kaum nennenswert erwärmt (von Ostwald wurde daher die Versuchsanordnung scherzhaft aber treffend als ein „Hochofen in der Westentasche“ bezeichnet). Es ist zweckmäßig, das als Schlacke obenauf schwimmende Aluminiumoxyd wieder zu metallischem Aluminium zu regenerieren und dieses letztere, das chromhaltig ist, wiederum bei der Chromdarstellung zu verwenden. Die Schlacke kann auch als Schleifmittel Verwendung finden. — Die angeführten Versuche zeigen, daß für das Aluminium (in geringerem Maße auch für Magnesium und Calciumcarbid) zwei neue Verwendungsweisen gegeben sind, die beide auf der bisher nicht genügend beachteten Eigenschaft des Aluminiums als Wärmeakkumulator beruhen, so daß es ermöglicht ist, die große Menge von Arbeit, die zu seiner Abscheidung aufgewandt wurde, überall mit größter Leichtigkeit auszulösen. Dies könnte das Problem nahelegen, das Aluminium nicht nur für calorische Zwecke zu benutzen, sondern wiederum aus dem im Feuerflusse sich oxydierenden Metall Elektrizität zu gewinnen, um so einen großen Teil dieser Wärme für Kraftzwecke nutzbar zu machen. Gelänge dies, so würden sich auch die großen an die technische Verwertung des Aluminiums geknüpften Hoffnungen, freilich in anderer als der ursprünglich gedachten Weise, erfüllen, indem das Aluminium weniger als Metall, sondern als Kraftsammler von höchster Leistungsfähigkeit eine Rolle spielen würde (*Elektrotechn. Ztschr.* 7. Juli 1898, S. 461).

Zur Ausbeutung der vorstehend beschriebenen Verfahren, die durch Patente in allen Kulturstaaten geschützt sind, hat sich im Anschluß an die Firma Th. Goldschmidt in Essen bereits eine eigene Gesellschaft gebildet. O.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Dynamik der Systeme starrer Körper. In zwei Bänden mit zahlreichen Beispielen von Edward John Routh. Autorisierte deutsche Ausgabe von Adolf Schepp. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Felix Klein zu Göttingen. Erster Band: Die Elemente. Mit 57 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. X u. 472 S.

Die Eigentümlichkeit und der Vorzug dieses Buches liegt nicht in dem systematischen Aufbau des Ganzen, sondern in den vielen einzelnen Anwendungen, woran es in der deutschen Litteratur, abgesehen von der dies auf elementarem Gebiete leistenden technischen Mechanik von Hoppe, fehlt. Die in den einzelnen Abschnitten gruppenweise vereinigten zahlreichen Beispiele und Aufgaben betreffen meist wirklich praktisch wichtige Fälle und gehören nur selten unter die Rubrik der von Hertz getadelten, die sich nicht auf naturmäßige Vorgänge beziehen, sondern blofs zur Einkleidung mathematischer Übungen dienen. Trotzdem ist die Theorie durchaus nicht vernachlässigt. Das Vorwort von Klein weist ausdrücklich auf die im achten Kapitel gelehrt Methode der modifizierten Lagrangeschen Funktion hin, die in der Betrachtung der cyklischen Systeme gerade in neuester Zeit eine Rolle spielt. Ebenso wird manches mehr allgemeine über das d' Alembertsche Prinzip und das Prinzip der lebendigen Kraft, über die Theorie der Modelle, der stationären Bewegung und der Schwingungen dargeboten. Die Sprache der Übersetzung ist gut. Auch sind spezifisch englische Zeichen und Mafse durch die entsprechenden deutschen ersetzt; und H. Liebermann hat in Anmerkungen die englischen Litteraturangaben durch Anführung wichtiger nicht englischer Werke und Abhandlungen ergänzt. Niemand, sei er noch so vertraut mit der Mechanik, wird das Buch ohne vielfache Anregung studieren. Wer aber daraus die Mechanik erst lernen will, was nach der dafür gegebenen Anleitung wohl möglich ist, kann leicht durch einen mehr systematischen Kursus das in dieser Beziehung Fehlende nachholen.

Paul Gerber, Stargard.

Die Prinzipien der Physik und der Kreis ihrer Anwendung. Festrede von Eduard Riecke. Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht. 1897. 40 S. M. 0,30.

Die Rede will keine kritische Untersuchung über die Grundlagen der Erkenntnis in der Physik und Chemie sein, sondern nur ein kurzer historischer Bericht über jene Grundlagen seit Galilei. Daher wird zunächst gezeigt, wie die systematische Gestaltung der Mechanik durch Newton den Antrieb zum tieferen Verständnis der physikalischen und chemischen Vorgänge gegeben hat. Doch darf man dabei aus der Zahl der drei Hauptgesetze das von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung nicht weglassen, da die Newtonsche Kraft eine reine Fernkraft ist, die ohne jenes Gesetz nicht gedacht werden kann. Ferner gehört, was Riecke das Prinzip der Combination nennt, nämlich der Satz vom Parallelogramm der Geschwindigkeiten und der Beschleunigungen, nicht neben, sondern unter die anderen Gesetze. Vor allem sei daran erinnert, dafs die drei *Leges motus* nicht ausreichen zum Fundament der durch Newton begründeten Mechanik; erst das d' Alembertsche Prinzip von den verlorenen Kräften bildet dessen Schlußstein.

Riecke unterscheidet nun zwei Methoden, die sich in Anlehnung an die Mechanik in der Physik und Chemie entwickelt haben. Ursprünglich strebte man danach, alle physikalischen und chemischen Erscheinungen irgendwie als Bewegungsvorgänge zu deuten, wobei die mechanischen Gesetze in ihrem eigentlichen Sinne zur Geltung kamen; und man befolgt, obgleich es mehr und mehr einleuchtet, dafs jene Deutungen unerweisbare Hypothesen sind, noch weiter diese Methode, indem man die hypothetischen Mechanismen als nützliche Analogieen der Erscheinungen betrachtet. Andererseits haben hauptsächlich der Satz von der Erhaltung der Energie und der von der kleinsten Wirkung sich unabhängig von ihrem auf Bewegungen bezüglichen Inhalte bewährt; weshalb man es unternehmen kann, unter Verzicht auf jede Bewegungshypothese, aber an der Hand verallgemeinerter, über die engere Mechanik hinausreichender mechanischer Beziehungen, möglicherweise mit Zugrundelegung des Prinzips der kleinsten Wirkung als eines alles umfassenden Naturgesetzes, den Zusammenhang der Erscheinungen zu ermitteln. Ungefähr entspricht diese Zweiteilung dem wirklichen Sachverhalte, wenn auch die Unterschiede sowohl zwischen der Helmholtzschen Anschauungsweise und dem Charakteristischen der Hertz'schen Mechanik wie zwischen dem phänomenologischen Standpunkte Machs und der Energetik Ostwalds nicht zum Ausdruck gebracht werden. Zum Schluß bietet die Rede eine klare und anschauliche Erörterung von ein paar augenblicklich interessierenden Problemen der Physik, der physikalischen Chemie und der Physiologie.

Paul Gerber, Stargard.

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr. Aug. Föppl. Dritter Band: Festigkeitslehre, mit 70 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1897. XVI u. 472 S.

Das Buch ist hauptsächlich für die Studierenden technischer Hochschulen, weiterhin für Techniker überhaupt bestimmt. Aber auch Physiker und Mathematiker wird es interessieren. Es beginnt

mit der Behandlung des Spannungszustandes im allgemeinen, um dann zu dem Zusammenhange zwischen Spannungszustand und Formänderung überzugehen, was zum Begriff der Elastizität und der sie bedingenden Größen führt. Es folgen nun speziellere Betrachtungen: über Biegungen, über Formänderungsarbeit, über Stäbe mit gekrümmter Mittellinie und solche auf nachgiebiger Unterlage, über ringsum am Rande unterstützte Platten, über Gefäße unter innerem und äußerem Überdruck, über Wellen und belastete Spiralfedern und über die Eulersche Theorie für Stäbe mit Spitzenlagerung. Zum Schluß kehrt das Buch wieder zu allgemeineren Erörterungen zurück, indem es mit der mathematischen Elastizitätstheorie schließt, wobei auch das zuerst von Thomson und Tait herangezogene hydrodynamische Analogon des de Saint-Vénantschen Problems besprochen wird. Die den einzelnen Abschnitten hinzugefügten Aufgaben sind ohne Ausnahme sachgemäß. Sie bilden nicht nur Beispiele, sondern zuweilen auch Ergänzungen des vorausgehenden Textes. Sehr wesentlich ist es, daß immer auf Übereinstimmung der Theorien mit der Erfahrung Bedacht genommen wird, d. h. daß die Grenzen, in die die Theorien eingeschlossen sind, genau bezeichnet und damit auch die Punkte, von denen aus sie einer Weiterbildung bedürfen, hervorgehoben werden. Dazu tragen besonders die Hinweise auf Versuche bei, die Föppl in seinem Laboratorium an der Münchener technischen Hochschule selbst angestellt hat oder hat anstellen lassen. So werden z. B. dergeleichen über die Bernoullische Annahme von der Unveränderlichkeit der Querschnitte bei Formänderungen, über die Elastizität des Erdbodens, über die Knickfestigkeit eines an beiden Enden in Spitzen gelagerten Stabes und über Härte mitgeteilt.

Paul Gerber, Stargard.

Die fundamentalen physikalischen Eigenschaften der Krystalle in elementarer Darstellung von Dr. Woldemar Voigt, Prof. d. Physik a. d. Universität Göttingen. Mit 52 Figuren im Text. Leipzig, Veit & Comp., 1898. VIII u. 234 S. 5 M.

Zu Göttingen, einer der hervorragendsten Pflegestätten des physikalischen Hochschul-Unterrichts, braucht der Hörer die Vorlesungen nicht mehr nachzuschreiben und auszuarbeiten. Rieckes *Lehrbuch der Physik*, Voigts *elementare Mechanik*, dessen *Kompendium der theoretischen Physik*, die verwandten Veröffentlichungen Liebichs, F. Kleins und seiner Schule machen jetzt dort ein solches mittelalterliches Arbeitsverfahren überflüssig. Auch die Göttinger Ferienkurse für die Oberlehrer aus dem preussischen Westen beginnen, die Vortragenden zu ähnlichen hervorragenden Arbeiten zu veranlassen. In dem vorliegenden so entstandenen Werke giebt der bedeutendste der noch lebenden Schüler F. Neumanns einen einheitlichen Überblick über die neueren Ergebnisse der Untersuchungen über die grundlegenden, d. h. bei gleichartigen Veränderungen hervortretenden, physikalischen Eigenschaften der Krystalle und der daraus hergestellten Vorrichtungen. Voigt schließt also das ganze seit langem wohlgepflegte Gebiet der Krystalloptik aus, eröffnet hingegen einen möglichst bequemen Zugang zu reichen und schönen, aber fast ganz unbekanntem Gebieten der Physik. Er ordnet die physikalischen Eigenschaften der Krystalle nach den Stoffzuständen, deren Wechselbeziehung die betreffende Eigenschaft bedingt. Jene Zustände selbst sind als scalare, vektorielle und tensorielle unterschieden, wobei die letzteren die bei Spannung und Umgestaltung eintretenden Zustände umfassen. Es werden untersucht die Beziehungen zwischen einem Scalar und einem Vektor (Pyroelektrizität, elektrische Temperaturänderung), zwischen einem Scalar und einem Tensortripel (thermische Deformation, mechanische Temperaturänderung), zwischen zwei, insbesondere gleichartigen Vektoren (diélektrische Influenzierung, para- und diamagnetische Influenzierung, Elektrizitätsleitung, Wärmeleitung, thermoelektrische Erregung, elektrothermische Erregung), zwischen einem Vektor und einem Tensortripel (Piezoelektrizität, elektrische Deformation), zwischen zwei Tensortripeln (Elastizität) und schließlich die physikalischen Eigenschaften höherer Ordnung und solche, deren Gesetze bisher noch nicht erschlossen sind. Einzelne Punkte, die in den Vorträgen ohne Unterbrechung des Zusammenhangs nicht zu erörtern waren, sind in einer Reihe von Zusätzen teils krystallographischen, teils mathematisch-physikalischen Inhalts angefügt. Unter diesen sind ganz besonders hervorzuheben die mit Hilfe der zuvor entwickelten beiden Hauptsätze der Thermodynamik und mit den einfachsten Mitteln, doch völlig streng durchgeführten Nachweise der bei den physikalischen Erscheinungen an Krystallen stattfindenden merkwürdigen Wechselbeziehungen. Alles Wesentliche ist in der verständlichsten Form meist mit Hilfe einfacher geometrischer Überlegungen ganz ohne höhere Rechnungsarten meisterhaft dargestellt. Doch ist das Werk kein bequemer Lesestoff, der Leser muß sich den Inhalt durch eigene angestrengte Mitarbeit erringen. Diese Vorträge sind die geeignetste Einführung in Voigts grundlegende Untersuchungen über die Krystallophysik und in sein treffliches Kompendium der theoretischen Physik. Zunächst jedoch ist das Buch den Lehrern an höheren Anstalten gewidmet und zwar zur eigenen Schulung, nicht aber zur Vorbereitung auf den Unterricht. Doch wird ein gewandter Lehrer je nach Gabe und Gelegenheit dies und das daraus im physikalischen und mathe-

matischen Unterricht vorteilhaft verwerten können. Hoffentlich aber wird das Werk dazu beitragen, daß in Zukunft über die Eigenschaften der festen Körper, insbesondere der Krystalle, an den Schulen einiges nicht mehr und anderes besser gelehrt wird.

H. H.-M.

Adressbuch für die deutsche Mechanik und Optik und verwandte Berufszweige mit einer Auswahl der für die Mechanik und Optik in Betracht kommenden Bezugsquellen und einem Verzeichnis von in- und ausländischen Instituten, Lehranstalten, Vereinen und Gesellschaften, Importeuren und Exporteuren etc. Zweite vollständig neu bearbeitete und sehr vermehrte Ausgabe. Herausgegeben von Fr. Harrwitz Bd. I. Verzeichnis der deutschen Mechaniker, Optiker, Glasinstrumentenmacher und verwandter Berufszweige nach Firmen, Städten und Spezialitäten. Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“ (F. & M. Harrwitz), 1898. 376 S. 8 M.

Der erste Band des von dem verstorbenen Löwenherz angeregten Werkes umfaßt drei alphabetisch geordnete Verzeichnisse: ein Firmen-, ein Orts- und ein Spezialitätenverzeichnis. Besonders die beiden letzteren dürften für die Lehrer der Physik von großem Nutzen sein. Doch sei darauf hingewiesen, daß das Werk vor allem zum Vorteile der Mechaniker und Händler geschaffen worden ist, daß also der Besteller oder Käufer gut thut, vor der Erteilung eines Auftrags an eine ihm noch unbekannt Firma über deren Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit sorgfältige Erkundigungen einzuziehen. Dies ist aber oft recht schwierig und zuweilen unmöglich, da in Deutschland bis jetzt leider eine den Vorteil der Lehranstalten, der Städte und Staaten wahrnehmende öffentliche Auskunftsstelle fehlt, die nicht nur den Schulen, den Stadt- und Staatskassen zu großem Nutzen gereichen, sondern auch zur Hebung der Feinmechanik beitragen würde.

H. H.-M.

Simplex Lectures scientifiques et techniques. Aus den Werken von Garrigues-Monvel und L. Figuiet ausgewählt, mit Anm. versehen und herausgegeben von A. PETER. 113 S. M. 1,20. — **Useful Knowledge. Materialien zu Sprechübungen und zur Lektüre.** Mit Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von F. J. WERSHOVEN. 111 S. M. 1,20. — Berlin 1896, R. Gärtner.

Mit der seit einigen Jahren von Bahlsen und Hengesbach herausgegebenen Bibliothek französischer und englischer Prosaschriften wird der Zweck verfolgt, den Schüler in einer modernen Sprache zugleich in moderne Wissensgebiete einzuführen. Die beiden vorliegenden Werke sind für den französischen und englischen Unterricht in den Mittelklassen bestimmt und geben in inhaltlich abgeschlossenen kleinen Abschnitten durchaus populäre Darstellungen einiger naturwissenschaftlicher Gebiete, besonders aus der Astronomie, Physik, Chemie und Technik. Da die Lektüre mit dem Fachunterricht in diesen Gebieten parallel laufen dürfte, so kann sie sehr wohl zur Befestigung des Wissens dienen: die meist historisch gehaltene Einkleidung giebt dem Schüler zugleich andere Gesichtspunkte und erhöht sein Interesse. Was im Text unausgeführt oder unklar geblieben, ist in den kurz gefaßten sachlichen Anmerkungen ergänzt worden. Ob es nicht oft Schwierigkeiten mit sich bringt, daß bei der Lektüre derartiger Werke und den sich anschließenden Sprechübungen die Leitung des Unterrichts nur selten in den Händen eines Fachmannes der betreffenden Wissenschaft liegt, — das muß die Praxis entscheiden.

E. Schenck, Berlin.

Leitfaden der Physik mit Einschluss der einfachsten Lehren der mathematischen Geographie. Von W. Abendroth. II. Band. Kursus der Unter- und Ober-Prima der Gymnasien. 2. Aufl. Mit 172 Holzschnitten und einer Farbentafel. Leipzig, S. Hirzel, 1897. VIII u. 289 S. 4 M.

Der vorliegende, zweite Band des Abendroth'schen Leitfadens umfaßt die Gebiete der Mechanik, Akustik, Optik und mathematischen Geographie. Das für einen „Leitfaden“ ziemlich ausführliche, trefflich ausgestattete Buch ist durchaus keine Schablonenarbeit, vielmehr sind Darstellung und theoretische Herleitung der Ergebnisse vielfach entschieden originell und von bemerkenswerter Einfachheit, auch werden an mehreren Stellen sehr instruktive und einfache, bisher aber wenig bekannte Versuche dem natürlich nicht fehlenden Grundstock altbewährter und sozusagen historischer Experimente angefügt. Als besonders zweckmäßig seien z. B. die graphische Darstellung (Fig. 1) bei der Behandlung der gleichförmig beschleunigten Bewegung sowie auch die mathematischen Entwicklungen erwähnt, wie sie u. a. bei der Bestimmung des Minimum der Ablenkung eines Prisma und bei der Linsentheorie zur Anwendung kommen. In der Akustik ist die recht klare und ausführliche Behandlung der Pfeifen, die sonst oft recht oberflächlich abgethan werden, besonders beachtenswert. In manchen Fällen werden allerdings die Fachgenossen über die Zweckmäßigkeit der von Abendroth gewählten Methoden und Anordnungen geteilter Meinung sein. So will es uns unnatürlich erscheinen, daß der freie Fall gleich in den ersten Paragraphen, die Wurfbewegung aber erst in § 18 behandelt wird. Für den elementaren Unterricht möchten wir das Kräfteparallelogramm auch bei den einfachen Maschinen nicht durch das Prinzip der virtuellen Arbeiten depossediert sehen.

In der mathematischen Geographie vermisst man die bekannte und didaktisch wichtige Figur zur Erläuterung des Mondphasenwechsels. Ferner würde Ref. es für besser halten, gleich bei der scheinbaren Sonnenbewegung deren tägliche und jährliche Bewegung zu trennen und dadurch sofort und direkt zu dem so wichtigen Begriff der Ekliptik zu führen, statt erst die Tierkreissternbilder mit Hülfe der Beobachtung der Vollmonde festzustellen und dann erst zu allerletzt die Ekliptik als Sonnenbahn zu definieren. Das Verfahren des Verf. wäre ja auch nur dann genau, wenn die Mondbahnebene mit der Ekliptik wirklich zusammenfielen. Bei Erwähnung der mittleren Sonne hätte angegeben werden sollen, dass dieselbe sich auf dem Äquator statt auf der Ekliptik bewegend gedacht wird; der ganze diesbezügliche Passus gehört aber unseres Erachtens erst an das Ende des § 6.

Im ganzen möchten wir aber den vorliegenden Leitfaden als ein sehr dankenswertes Erzeugnis der Schulbuch-Litteratur bezeichnen und ihn auch zum Selbststudium angelegentlich empfehlen.

F. Kbr.

Grundriss der Experimentalphysik für humanistische Gymnasien. Von W. Donle. Ausgabe B. Mit 136 in den Text gedruckten Figuren und 240 Übungsaufgaben. München und Leipzig, Dr. E. Wolff. 1897. 180 S. Preis geb. 2,40 M.

Der vorliegende Leitfaden ist nach den bayrischen Lehrplänen ausgearbeitet und beschränkt sich bei ganz kurz gefasster, aber klarer Darstellung unter Vermeidung eingehenderer, mathematischer Entwicklungen auf das notwendigste. Ob die Fortlassung der Elektrodynamik und der Thermoelektrizität, sowie in der Optik der ganzen Lehre von der Polarisation, Doppelbrechung und Interferenz von den bayrischen Lehrplänen ausdrücklich vorgeschrieben ist, wissen wir nicht; jedenfalls erscheint uns aber diese Sparsamkeit als viel zu weit getrieben, zumal wenn andererseits der Schraube beispielsweise fast zwei volle Seiten gewidmet werden. Ein Student, welcher die Universität mit einer so lückenhaften physikalischen Bildung, wie sie hier geboten wird, bezieht, dürfte wohl im späteren Leben oft die Mängel seiner Bildung zu fühlen haben und mit Recht die Schule oder diejenigen, die sie an vollkommenerer Ausbildung der Realien gehindert haben, anklagen. — Was im übrigen den vorliegenden Leitfaden betrifft, so ist derselbe vornehm ausgestattet. Die zahlreichen Figuren sind durchweg schematisch gehalten, aber durch besondere Klarheit und Verständlichkeit ausgezeichnet. Die jedem Paragraphen angefügten Fragen und Übungsaufgaben sind zweckentsprechend ausgewählt und geeignet, dem Schüler nützliche Anregung zu bieten.

F. Kbr.

K. Koppes Anfangsgründe der Physik mit Einschluss der Chemie und mathematischen Geographie. 21. Auflage, Ausgabe B in 2 Lehrgängen. II. Teil: Hauptlehrgang. Mit 318 Holzschnitten und einer Sternkarte. Essen 1898, G. D. Baedeker. X u. 472 S.

Die von Prof. Husmann besorgte, neue Auflage des zweiten Teils der Koppeschen Physik unterscheidet sich von der vorigen Auflage zunächst dadurch, dass der Lehrstoff des ersten Teils in kurzer Form dem zweiten Teil einverleibt worden ist, sodass dieser, vielfachen Wünschen entsprechend, ein selbständiges Compendium darstellt, dessen Benutzung den Besitz des ersten Teiles nicht voraussetzt. — Die Bearbeitung lässt überall in erfreulicher Weise das Bestreben erkennen, nicht nur den wissenschaftlichen Fortschritten zu folgen, sondern auch die vielfachen, neueren Anregungen zu didaktischen Vervollkommnungen im physikalischen Unterricht voll auszunutzen. So ist es gewiss nur zu billigen, wenn auf das Loosersche Thermoskop mehrfach Bezug genommen wurde, da dieser einfache und doch empfindliche Apparat zweifellos bald allgemein verbreitet sein wird. Eine Erwähnung des Rebenstorffschen Farbenthermoskops wäre dann aber in gleichem Mafse am Platze gewesen, da wohl kein Lehrer der Physik mehr dieses für den Unterricht unschätzbar wertvollen Hilfsmittels zur Erkennbarmachung höherer Temperatur wird entraten wollen. — Höchst erfreulich ist es, dass die Ablenkung der Winde allein aus der Trägheitsbahn erklärt wird, während die Dovesche, nur für meridionale Strömungen geltende Erklärung aus der Veränderung der geographischen Breite endlich einmal ganz fallen gelassen wurde. — In der Mechanik hätte wohl dem Fall und Wurf eine etwas breitere und durch Beispiele erläuterte Behandlung zu Teil werden können. — In der Optik verdient die Behandlung der Photographie, in der Akustik die mathematische Entwicklung des Dopplerschen Prinzips und die Beschreibung des Phonographen hervorgehoben zu werden, da diese Dinge in anderen Schulbüchern bisher leider kaum berührt wurden. Andererseits hätten wir eine ausführlichere Darstellung der Interferenzerscheinungen und Erwähnung der Lissajouschen Figuren gewünscht. Die Abbildung Chladnischer Klangfiguren (Fig. 98) halten wir mit Bezug auf die Auswahl für misslungen, da die schönsten und dabei sehr leicht herzustellenden Figuren nicht zur Darstellung gelangt sind. Auch halten wir es für bedenklich, wenn in dieser wie in vielen anderen Abbildungen (z. B. Fig. 215) Buchstaben eingedruckt sind, für welche der Text keine Erläuterung bietet. Gar mancher Lehrer könnte z. B. bei der Hochofen-Darstellung auf die Frage nach der Bedeutung aller

Buchstaben in Verlegenheit geraten, so nützlich sich diese auch bei der Besprechung erweisen mögen. Das Buch soll doch außerdem den Schüler auch beim Selbststudium unterstützen und darf ihm darum in keiner Hinsicht unverständlich sein. — Die Anordnung der Darstellung des Galvanismus entspricht durchaus dem praktischen Bedürfnis. Sicherlich werden die meisten Lehrer im Anschluß an die Besprechung der galvanischen Elemente sofort die chemischen Wirkungen des Stromes absolvieren; constante Ketten und die heute so wichtigen Akkumulatoren, mit denen man doch beständig arbeiten muß, dem Schüler erst am Schluß des Lehrkurses zu erklären, wie es die Leitfäden sonst vielfach vorschreiben, scheint auch dem Referenten unnatürlich und unnötig. Obgleich die Darstellung fast durchweg als recht klar und einfach bezeichnet werden muß, finden sich doch auch einzelne Stellen, die zu falscher Auffassung verleiten könnten. Wenn z. B. bei der Influenzmaschine gesagt wird, die sich ausgleichenden Elektrizitäten hätten eine „geringe“ Spannung, so kann der Schüler dadurch in seiner Vorstellung von „Spannung“ nur confus werden, denn bei der Influenzmaschine sieht er die längsten Funken, die ihm überhaupt gezeigt werden, als „gering“ kann die Spannung doch nur etwa im Vergleich mit der des Blitzes bezeichnet werden. Ebenso können wir nicht einsehen, warum S. 94 gesagt wird, die Gleichstrommaschinen arbeiteten ohne Anwendung eines Commutators, obgleich doch ein wesentlicher Teil der Maschine allgemein mit diesem Namen, und zwar mit vollem Recht, bezeichnet wird. Der Schüler muß doch gerade darauf hingewiesen werden, daß durch Bewegung von Drahtspulen im Magnetfelde nur Wechselströme entstehen können, und daß daher zur Erzielung des Gleichstroms eben ein „Commutator“ unentbehrlich ist. Einige störende Druckfehler befinden sich S. 197 (*r* statt *R* und *A* statt *a*). — Der astronomische Teil ist ebenso wie der chemische zweckmäßig bearbeitet; bei der Besprechung der mittleren Zeit wäre ein Hinweis auf die gesetzlich eingeführte mitteleuropäische Zeit recht notwendig. Endlich sei uns noch gestattet, die neu hinzugekommene Sternkarte als leider mißlungen zu bezeichnen, da man auf ihr wohl mit Leichtigkeit sehr viele Linien, aber nur mit großer Mühe die Sterne erkennen kann. Eine Sternkarte hat unseres Erachtens in erster Linie ein Bild des Sternenhimmels zu geben, das durch die notwendigen Namen und Einteilungen möglichst wenig gestört werden darf, damit es wirklich beim Anblick des Himmels zur leichten Orientierung dienen kann. Die dem vorliegenden Buch beigegebene Karte wird aber vollends unbrauchbar durch Überladung mit ganz entbehrlichem Alignment. Wirklich auffallende Constellationen, wie der große Bär oder die Cassiopeja, treten auch von selbst als solche hervor, wer wird aber bei Bootes außer Arktur noch andere Sterne beachten? Der herrliche Halbkreis der Krone ist in der vorliegenden Karte geradezu zerstört.

F. Kbr.

Repetitorium der Chemie. Von Prof. Dr. Carl Arnold. 8. verb. u. ergänzte Aufl. Hamburg und Leipzig, Leopold Voss, 1898. XII u. 616 S. Geb. M. 6,00.

In der neuen Auflage ist das handliche und besonders für Pharmaceuten und Mediziner zweckmäßig eingerichtete Buch um einzelne kleinere Abschnitte über Aggregatzustand und physikalische Gemische sowie um verschiedene kurze Anmerkungen aus der physikalischen Chemie bereichert worden. Die Brauchbarkeit ist dadurch nur noch erhöht worden.

O. Ohmann.

Die Wettervorhersage. Eine gemeinverständliche praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und -berichte. Im Auftrage der Direktion der Deutschen Seewarte bearbeitet von Prof. Dr. W. J. van Bebbber, Abteilungsvorstand der Deutschen Seewarte. Mit 125 Abbild. 2. verbess. u. verm. Aufl. Stuttgart, F. Enke, 1898. XVI u. 219 S. M. 5,00.

Das vorstehende Buch des durch sein Handbuch der ausübenden Witterungskunde und zahlreiche andere Publikationen bekannten Verfassers will dahin wirken, daß die moderne praktische Witterungskunde mehr und mehr Gemeingut der ganzen Nation werde. Es richtet sich daher an alle, für deren Beruf die Wettervorhersage von irgendwelcher Bedeutung ist, an den Landwirt, den Baumeister, den Lehrer der Naturwissenschaften, den Kaufmann, Touristen, kurz an das große Publikum, dessen stetige Mitwirkung für eine gedeihliche Entwicklung der genannten Wissenschaft erheischt wird. Nach einer zwar kurzen, aber alles Wesentliche berührenden historischen Einleitung, in der besonders die Verdienste Humboldts und Doves volle Würdigung finden, wird zunächst das für die Erlangung einer allgemeinen Übersicht über die Witterungsvorgänge unserer Gegenden erforderliche Depeschmaterial, sein Zustandekommen wie seine Verwertung in der Deutschen Seewarte, einer näheren Betrachtung unterzogen; darauf in großen Zügen die gegenwärtige Grundlage der Wettervorhersage und die Bedeutung der barometrischen Maxima und Minima dargelegt. Dies sowie die nunmehr folgende eingehende Betrachtung der Einzelfälle und aller wichtigen Witterungserscheinungen unserer Gegenden geschieht unter steter Berufung auf Wetterkärtchen, deren in dem Buche nahezu 200 vorhanden sind. Es wird gezeigt, wie auf Grund dieser Daten die Aufstellung von Wettervorhersagen ermöglicht ist und für die letztere ein auf Durchschnittswerten beruhendes Schema angegeben.

Für den Unterricht können mehrere Abschnitte unmittelbar verwendet werden, wobei sich Gelegenheit bieten wird, den durch manche Tageszeitungen mit gewisser Sensation verbreiteten irrigen und phantastischen Anschauungen — gegen die auch im Buche verschiedentlich Front gemacht wird — entgegenzutreten und auf die Lehren der jetzt mehr als je in festen Bahnen fortschreitenden wissenschaftlichen Meteorologie hinzuweisen. Dem Buch ist eine weite Verbreitung zu wünschen. *O. Olmann.*

Programm-Abhandlungen.

Der vorbereitende physikalische Unterricht, Teil II. Verbunden mit einem Lehrbuch der Elektrotechnik für höhere Schulen. Von Dr. Paul Scholim. Kgl. Gymn. zu Königshütte O.-S. 1898. Pr. No. 200.

Die Abhandlung ist eine Fortsetzung der im vorigen Jahr erschienenen und in dieser Zeitschrift (XI 91) besprochenen. Sie umfasst die Wärmelehre und den größten Teil der Elektrizitätslehre. Auch diese Abhandlung enthält eine ganze Reihe irriger Aufstellungen, von denen nur einige erwähnt seien. Nicht Joule, sondern bereits Rumford stellte den Versuch mit dem Kanonenrohr über Erzeugung von Wärme durch Arbeit an; Robert Mayer hat nicht die Molekularhypothese der Wärme vertreten; Temperatur ist nicht dasselbe wie Wärmeinhalt. In einer gleichmäßig weiten Glasröhre erreicht das Wasser nicht schon bei 4°, sondern bei 6° seinen tiefsten Stand; das Wasser beginnt nicht bei 4° schon sich in Eis zu verwandeln; das spezifische Gewicht des Eises ist nicht „infolge luftführender Zwischenräume“ geringer als das des Wassers. In der Elektrizitätslehre wird aus einem Versuch mit parallel geschaltetem Eisen- und Kupferdraht gefolgert, dass der elektrische Strom von zwei ungleichen Wegen immer den besser leitenden wählt! Den Abschnitt über die elektrotechnischen Grundbegriffe als „Lehrbuch“ zu bezeichnen, ist anspruchsvoll, da diese für U II bestimmten Darlegungen für ein solches viel zu dürftig sind. Ein dritter Teil soll im nächsten Programme folgen und Induktionsapparate, Elektriziermaschine, nebst dem Schlufs des Lehrstoffs der U II behandeln. *P.*

Neuere Unterrichtsmittel. Von Oskar Troje. Altstädtisches Gymnasium zu Königsberg i. Pr., Ostern 1898. Pr. No. 8.

Der Verfasser beschreibt an erster Stelle die neue elektrische Einrichtung des physikalischen Zimmers der Anstalt. Zur Verfügung stand dafür der Strom der städtischen Centrale; die Anschlussvorrichtung — von der eine schematische Darstellung beigegeben ist — ist sowohl zur Lichterzeugung (für eine Projektionslampe) als zu physikalischen Versuchen bestimmt. Als regulierbarer Widerstand in der Hauptleitung wird ein Lampenrheostat von 12 parallel geschalteten Lampen verwendet, mit dessen Hilfe man durch passende Einfügung von 16-, 25- und 32-kerzigen Lampen Stromstärken von $\frac{1}{2}$ bis 12 Ampère in Stufen von je $\frac{1}{4}$ Ampère herstellen kann; außerdem ist ein Drahtregulierwiderstand (von Schuckert & Co.) mit grober und feiner Regulierung angebracht, der zur Herstellung beliebig kleiner Spannungsdifferenzen dient. Die Verbindung beider Arten von Rheostaten „gewährt dem Experimentierenden erst diejenige Bewegungsfreiheit, die er zu seinen Zwecken bedarf“. Die größten Stromstärken kommen bei Herstellung der Kraftfelder galvanischer Ströme zur Anwendung. Der Verfasser ist der Ansicht, dass die Frage der Einführung der Kraftlinien in den physikalischen Unterricht wesentlich damit zusammenhängt, ob man die hierhergehörigen Erscheinungen in hinreichend guter und kräftiger Ausbildung den Schülern zeigen kann oder nicht, und folgt daher bei seinem Unterricht den von Szymanski und Velde gegebenen Anregungen. Als Einzelheit sei noch erwähnt, dass der Verfasser statt der meist gebräuchlichen Parallelschienen mit Stöpselung der Verwendung von Flügelschrauben den Vorzug giebt, die an der einen Querseite des Experimentierisches liegen und zur Befestigung der Stromzuleitungsdrähte dienen. Auch die relativ geringen Kosten der Anlage findet man angegeben.

Ferner behandelt der Verfasser die Einrichtung und Verwendung eines an die Stromleitung angeschlossenen Projektionsapparates, der infolge einer Schenkung und anderer günstiger Umstände in seltener Vollkommenheit beschafft werden konnte. Das Lampenmodell ist so gewählt, dass es auch für Spektralversuche benutzt werden kann. Der Verfasser erklärt diese Art der Demonstration für empfehlenswerter als die Verwendung des Heliostaten; sie ermöglicht die Spektralversuche über Körperfarben, Absorptionsspektren, Complementärfarben, Fluoreszenz u. s. w. — Weitere Angaben beziehen sich auf die Aufstellung eines Projektionsmikroskops und namentlich auf die Beschaffung der Projektionsbilder; insbesondere wird auch auf die englischen und französischen Bezugsquellen verwiesen. Endlich giebt der Verfasser in einem Schlufsabschnitt dankenswerte Winke für die Selbstherstellung der Projektionsbilder. *P.*

Lehrplan für den naturkundlichen Unterricht in den Berliner Gemeindeschulen.

Dieser Lehrplan ist von Herrn Stadtschulinspektor Dr. ZWICK zu Berlin entworfen und von der Berliner Schuldeputation den Gemeindeschulen zugesandt worden. Er hat seiner Zeit der naturwissenschaftlichen Vereinigung des Berliner Lehrervereins zu eingehender Beratung vorgelegen und setzt eine siebenklassige Schule voraus. Für den Unterricht in Physik, Chemie und Mineralogie sind darin folgende Bestimmungen getroffen.

Physik.

Der Unterricht in der Physik soll eine richtige Auffassung wichtiger Naturerscheinungen, ihres ursächlichen Zusammenhanges und gesetzmäßigen Verlaufes herbeiführen und ihre praktische Anwendung erläutern. Die gelegentlichen Erfahrungen und die aufmerksame Beobachtung der Naturerscheinungen und der Vorgänge bei physikalischen Versuchen bilden die Grundlage. Die Versuche mit dem Schulapparat sind anzustellen, wenn die unmittelbare Beobachtung der Erscheinung deren Verlauf und richtige Auffassung nicht ermöglicht, oder wenn während der Betrachtung neue, die Thatsache betreffende Fragen auftauchen. Sie müssen sorgfältig ausgewählt und einfach sein, auch die Teile des Apparates und die Erscheinungen leicht erkennen lassen. Bei zusammengesetzten Apparaten ist eine Zeichnung an der Wandtafel erforderlich. Der Verlauf und ursächliche Zusammenhang der Erscheinungen wird in kurzer Beschreibung zusammengefasst und das Gesetz fest eingepägt. In den Mädchenschulen treten die für die Hauswirtschaft wichtigen Erscheinungen in den Vordergrund.

Knabenschulen. 2. Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. In dieser Klasse kommen die leichteren Kapitel folgender Abschnitte zur Behandlung: Mechanik: Aggregatzustände, Schwere, Gewicht, Hebel, Wage, communicierende Gefäße, Springbrunnen, Wasserleitung, Heber, Pumpe, Wärme: Ausdehnung, Thermometer, Schmelzen, Sieden, wässrige Niederschläge. Magnetismus: Magnetische Kraft, Magnete, Compafs. Elektrizität: Elektrische Kraft, Leitung, Verteilung, Elektroskop, Elektrophor, Elektrisiermaschine, Leydener Flasche, Gewitter. *1b Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. Sommer-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die für die 2. Klasse angegebenen Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel erweitert. Mechanik: Eigenschaften der Körper, Molekularkräfte, Pendel, Uhr, Gewichtsverlust, spezifisches Gewicht, Barometer, Luftpumpe. Wärme: Dampfmaschine. Elektrizität: Galvanische Grundversuche, Element, Strom, Galvanometer, Elektromagnet, Telegraph. Schall: Erregung, Fortpflanzung, Echo, Gehörorgan, Ton, tönende Saiten und Luftsäulen, Stimmorgan. Licht: Leuchtende und dunkle Körper, Fortpflanzung, Schatten, Reflexion, Planspiegel, Brechung, Linsen, Mikroskop, Fernrohr, Auge, Brille, Prisma, Regenbogen. *1a Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die in den Klassen 2 und 1b behandelten Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel, bei denen besonders die praktische Anwendung der Erscheinungen und Gesetze zu berücksichtigen ist, ergänzt: Mechanik: Brückenwage, schiefe Ebene, freier Fall, Centralbewegung, hydraulische Presse, Luftballon. Wärme: Lokomotive, Wind und Wetter, Wärmequellen. Elektrizität: Induktion, Dynamomaschine, Bogen-, Glühlicht, elektrische Eisenbahn, Telephon. Licht: Photographie.

Mädchenschulen. 2. Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. Pensum der 2. Knabeklasse. *1b Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die für die 2. Klasse angegebenen Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel erweitert: Mechanik: Uhr, Barometer, Luftpumpe. Wärme: Dampfmaschine, Wärmequellen. Schall: Erregung, Fortpflanzung, Echo, Gehörorgan, Ton, Stimmorgan. *1a Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die in den Klassen 2 und 1b behandelten Abschnitte werden wiederholt und durch die folgenden ergänzt: Elektrizität: Galvanische Grundversuche, Elektromagnet, Telegraph, Induktion, Dynamomaschine, Bogen-, Glühlicht, elektrische Eisenbahn, Telephon. Licht: Leuchtende und dunkle Körper, Reflexion, Planspiegel, Brechung, Linsen, Mikroskop, Fernrohr, Auge, Brille, Prisma, Regenbogen.

Chemie.

1a Knabenschulen: Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. *Mädchenschulen:* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Der chemische Unterricht soll die Kinder durch eigene Anschauung mit einigen Eigenschaften und Umwandlungen für das praktische Leben wichtiger Substanzen bekannt machen. Bei den Mädchen treten diejenigen in den Vordergrund, welche für die Hauswirtschaft Bedeutung haben. Die Erfahrungen und zweckmäßig ausgewählte chemische Versuche bilden die Grundlage. Zu den letzteren ist eine Sammlung chemischer Präparate und Gerätschaften erforderlich. Der Unterricht erstreckt sich auf den folgenden Stoff, in welchen der bereits in der Mineralogie erledigte gelegentlich einzuschalten ist: Chemischer Prozess, Verbindung, Element, Wasserstoff, Sauerstoff, Verbrennung, Atmung, Wasser, Stickstoff, Luft, Chlor, Kohlenstoff, Leucht- und Heizstoffe, Leuchtgas,

Lampe, Öfen, Pottasche, Soda, Kalk, Mörtel, Pflanzen- und Tierfaser, Stärke, Zucker, Gährung, Fette, Seife, Eiweiß, Nahrungsmittel. Kalk und Mörtel fallen für die Mädchenschulen weg.

Mineralogie.

Knabenschulen. 1b Klasse. Winter-Halbjaar, wöchentlich 1 Stunde. Der Unterricht in der Mineralogie soll die Kinder mit einigen der wichtigsten Mineralien und Gesteine nach Eigentümlichkeiten, Bedeutung für den Naturhaushalt und Anwendung bekannt machen. Die Grundlagen bilden die Erfahrungen der Kinder sowie die Beobachtungen an vorliegenden Mineralien und einfachen chemischen Versuchen. Die letzteren sind unentbehrlich, sie bilden auch die Vorbereitung auf den späteren chemischen Unterricht und dessen notwendige Ergänzung. Die Vorbegriffe werden, soweit sie nicht schon gelegentlich Erörterung fanden, von vornherein an einigen Vertretern wichtiger Gruppen erläutert. Hierzu dienen die folgenden, deren Reihenfolge dem Lehrer überlassen bleibt: Granit, Kalkstein, Steinsalz, Schwefel, Quarz, Bleiglanz. Der weitere Unterricht erstreckt sich über die in nachfolgender Anordnung zu behandelnden Mineralien: Mineralien der Nichtmetalle: (Schwefel,) Steinkohle, (Kohlen,) (Quarz,) Glas. Mineralien der Metalle. a) Leichtmetalle: (Steinsalz,) (Kalkstein,) (Granit,) Ackererde, Thon, Thonwaren. b) Schwermetalle: Eisenerze, Eisen, Bleierze, Blei (Bleiglanz), Kupfererze, Kupfer. Den Schluß bilden einige Belehrungen über wichtige Gesteine der Erdrinde, nämlich (Granit,) Gneis, Sandstein, Basalt, Thonschiefer und deren Veränderungen durch Wasser, Luft, Wärme und Organismen. Hierbei ist stets an bekannte Naturerscheinungen anzuknüpfen. Ein geeignetes Lehrmittel für den Unterricht ist der „Leitfaden für den Unterricht in der Mineralogie“ von Dr. Zwick, Berlin, 4. Aufl.

Mädchenschulen. 1b Klasse. Winter-Halbjaar, wöchentlich 1 Stunde. Pensum der 1b Knabenklasse, jedoch ist denjenigen Mineralien und Produkten, welche für die Hauswirtschaft wichtig sind, mehr Zeit zu widmen, die anderen sind kürzer zu behandeln.

Versammlungen und Vereine.

Naturwissenschaftlicher Ferienkursus in Göttingen vom 14. bis 27. April 1898.

Die Zahl der Teilnehmer an dem diesjährigen Ferienkurse betrug nur 15. Außerdem nahmen noch 2 Hospitanten teil. Ob diese geringe Beteiligung — es sind für jede Provinz 6, im ganzen also 24 Teilnehmer vorgesehen — wirklich, wie es während des Kursus mehrfach ausgesprochen wurde, darin ihren Grund hat, daß einzelne Anstalten den Teilnehmern reichliche Unterstützung gewähren, andere aber, besonders die königlichen, nicht, mag dahingestellt sein. Auffallend bleibt es jedenfalls, wenn aus der Provinz Hannover selbst nur 2 Herren zu dem Kurse gekommen sind. Es wurden folgende Vorträge gehalten:

Prof. Behrendsen, über die Grenzen des physikalischen Unterrichts. Der Vortrag, der im physikalischen Unterrichtszimmer des kgl. Gymnasiums gehalten wurde und der nicht so sehr neue Gesichtspunkte eröffnen, als vielmehr zum Austausch der Ideen anregen sollte, behandelte folgende Punkte: 1. die mathematische Behandlung der Physik. Die mathematische Formulierung der Gesetze und Deduktionen aus ihnen sind nicht zu entbehren. Für einzelne Teile der Physik ist die deduktive Behandlung vorzuziehen, für andere die induktive. Die mathematische Deduktion muß aber einfach sein, deshalb werden die anschaulichen geometrischen Methoden, die graphische Darstellung empfohlen. 2. die messenden Versuche. Nur in einzelnen Teilen der Physik sind sie bis jetzt gebräuchlich, sie müssen aber in allen Teilen gegenüber den bloß qualitativen Versuchen die erste Stelle einnehmen, da ohne sie nirgends ein wirkliches Verständnis möglich ist. Zahlreiche messende Versuche wurden vorgeführt, wie die Messung von Ausdehnungskoeffizienten, spezifischen Wärmen, des mechanischen Äquivalents der Wärme, des Verhältnisses $c_p : c_v$, der Horizontalintensität des Erdmagnetismus, der Kapazität von Condensatoren, des Potentials, der Dielektrizitätskonstante (nach Mach), und an ihnen gezeigt, wie man mit einfachen Mitteln, ohne zu viel Zeit zu gebrauchen, Messungen im Unterricht vornehmen kann. 3. die Verwertung des Energiebegriffs im Unterricht. Der Vortragende tritt warm für eine energetische Behandlung der Physik in den Schulen ein und giebt einen Überblick über einen Lehrgang der gesamten Physik vom energetischen Standpunkt. 4. die Verwertung der modereren Anschauungen über Elektrizität und Magnetismus im Unterricht. Die Hypothese der beiden Fluida ist durch Faradays Theorie verdrängt; die modernen Theorien (etwa nach Ebert) in den Unterricht dafür einzuführen, wird nicht befürwortet. Die Kraftlinien sind zwar zu benutzen, aber nur in ihrer geometrischen Bedeutung in Verbindung mit dem Potential. Der Vortrag gab Gelegenheit, zahlreiche für den Unterricht geeignete Experimente vorzuführen und zu zeigen, wie man mit möglichst einfachem

Apparat selbst Versuche wie die Teslaschen, die Hertz'schen Schwingungen, Versuche zum Nachweis der Identität von Licht und elektrischen Wellen, Marconis Telegraphie ohne Draht etc. im Unterricht ausführen kann.

Prof. Des Coudres und Dr. Wachsmuth: Vorträge und Demonstrationen aus dem Gebiete der Elektrotechnik. Die Vorträge wurden im neuingerichteten elektrotechnischen Institut der Universität gehalten. Prof. Des Coudres bespricht einleitend den Gegensatz, der zwischen den Bestrebungen der Universitäten und technischen Hochschulen besteht (vergl. die Schrift von Prof. Riedler), und führt als Beispiel dafür, wie wertvoll stets die rein wissenschaftliche Arbeit für die Technik gewesen sei, den Thomsonschen Satz über die Wirtschaftlichkeit einer elektrischen Energieübertragung an (Lord Kelvin 1881). Dann giebt er einen Überblick über die Entwicklung der Elektrotechnik seit der Frankfurter Ausstellung (1891). Die Epoche, die mit dieser Ausstellung begann, ist noch nicht abgeschlossen; große neue Gedanken sind in ihr nicht aufgetreten, die Arbeit galt dem technischen Ausbau und der wirtschaftlichen Ausnutzung dessen, was die Ausstellung an neuen Ideen gebracht hatte. Wechselstrom- und Mehrphasenstromgeneratoren und Motoren sowie Transformatoren wurden demonstriert und an Modellen erläutert und dann die Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt, die Anlagen am Niagara-fall, am Nordostseekanal und die Luganostraßenbahn besprochen. Bemerkungen über die neuere Litteratur führen auf die für die Praxis so wichtigen graphischen Methoden. 3 Arten von Diagrammen werden in der Wechselstromtechnik gebraucht, das Wellen-, das Polar- und das Vektordiagramm. Ihre Anwendung wird an Beispielen erläutert, mit dem besonders wichtigen Vektordiagramm ein Wechselstrom in seine wattlose und seine Wattcomponente zerlegt und seine Energie bestimmt. Die Componenten werden nach der „Dreivoltmetermethode“ gemessen. Dr. Wachsmuth entwickelt dann kurz die Theorie der Wechselstromgeneratoren. Die Formeln für die elektromotorische Kraft, die Stromstärke, die Energie entwickelt er zunächst für den Fall einer einfachen Stromschleife im magnetischen Felde, dann für den Fall, daß die Selbstinduktion zu berücksichtigen ist und endlich wenn eine Kapazität (eines Condensators) eingeschaltet wird, wendet diese Formeln dann auf die Wechselstrommaschinen an, bespricht die Vorteile dieser Maschinen bei den verschiedenen Arten ihrer Verwendung, speziell bei der Fernleitung wegen der Einfachheit der Transformation, und behandelt endlich die Generatoren und Motoren für Mehrphasenströme und die verschiedenen Arten der Schaltung bei der Fernleitung, insbesondere bei Dreiphasenströmen. Das alles erläutert er durch zahlreiche Experimente und an ausgeführten Zahlenbeispielen. Im Anschluß an den Vortrag werden die wichtigsten elektrotechnischen Meßinstrumente erklärt und mit ihnen Messungen ausgeführt.

Prof. Meyer: Anwendung physikalischer Gesetze auf die Kraftmaschinen. Nach einem kurzen Überblick über die Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie werden dieselben zuerst auf Dampfmaschinen, die mit gesättigtem Dampf arbeiten, angewandt. Für eine Dampfmaschinenconstruction mit Condensation, in der der Dampf möglichst einen Carnotschen Kreisprozess durchläuft, läßt sich theoretisch der Nutzeffekt auf 33% berechnen, in Wirklichkeit aber geben die besten Maschinen nur 16%. Die verschiedenen Wärmeverluste und ihr Einfluß auf den Nutzeffekt werden zahlenmäßig bestimmt, die durch sie bedingte Änderung des Dampfmaschinen-diagramms graphisch dargestellt und die Mittel besprochen, um diese Verluste möglichst gering zu machen. Verluste treten ein 1. im Kessel; die verschiedenen Kesselconstruktionen werden besprochen; 2. durch Abweichung des Kreisprozesses der Maschine vom Carnotschen, weil die Compression des Dampfes auf die Kesselspannung wegfällt, durch Expansion die Dampfspannung nicht bis zur Condensatorspannung erniedrigt werden kann, endlich durch die Steuerung, durch den schädlichen Raum im Cylinder, durch Vorausströmung des Dampfes und früheres Abschließen Änderungen des Diagramms bedingt sind; 3. durch Massenwirkungen in der Maschine, denn die Bewegung der Maschinenteile verbraucht Arbeit; 4. durch Wärmeaustausch mit den Wandungen. Dieser Verlust besteht nicht etwa in einer Wärmeabgabe nach außen, sondern die Wärme wird, bevor sie Arbeit leistet, dem Dampf durch die Wandung entzogen und wieder an ihn abgegeben, wenn keine Arbeit mehr zu leisten ist. Er ist besonders groß bei kleinen Maschinen und wird am kleinsten bei den Maschinen mit mehrstufiger Expansion, den Compoundmaschinen, deren Construction und Vorteile nun besprochen werden. Die Dampfmaschinen mit überhitztem Dampf geben, weil der zuletzt angeführte Verlust bei ihnen klein ist, günstige Wärmeausnutzung auch bei kleinen Maschinen. Heißluftmaschinen geben nur kleinen Nutzeffekt und werden deshalb in der Technik nicht mehr gebraucht. Von den Gasmotoren wird zuerst die Construction und Arbeitsweise beschrieben, dann theoretisch das Diagramm construirt. Das wirkliche Diagramm weicht etwas davon ab. Die Formeln für den Nutzeffekt als Funktion der Volumina oder der Drucke ergeben den Satz, daß für diese Motoren nicht der Carnotsche Kreisprozess der günstigste ist, sondern der, bei welchem alle Wärme bei kleinstem Volum (größtem Druck) zugeführt und bei größtem Volum (kleinstem Druck)

fortgeführt wird. Da die Gasmotore diesen Anforderungen ziemlich gut entsprechen, so geben sie großen Nutzeffekt. Durch die neuesten Verbesserungen, welche Herabsetzung der Wärmeverluste und Vergrößerung des thermodynamischen Wirkungsgrades (Verkleinerung des Compressionsraumes, veränderte Zündung) bezwecken, ist der Nutzeffekt auf 30 bis 40% erhöht; bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist aber der höhere Preis der aus Gas entwickelten Wärme in Rechnung zu stellen. Das hat zur Verwendung des Dowsongases geführt. Die Konstruktion von Petroleum- und Benzinmotoren wird dann kurz besprochen und zum Schluss auf den Dieselmotor genauer eingegangen. An die einzelnen Teile des Vortrags schlossen sich Demonstrationen in dem neu erbauten Laboratorium für angewandte Physik. Hier waren eine Anzahl von Motoren (Dampf- und Gasmotoren) aufgestellt und in Betrieb gesetzt, die mit allen Einrichtungen versehen waren, um an ihnen die verschiedensten thermodynamischen und calorimetrischen Messungen auszuführen und die indizierte wie die Bremsarbeit zu bestimmen. Die Ausführung dieser Messungen wurde demonstriert.

Prof. Riecke: Entladungserscheinungen der Elektrizität. Zuerst werden Entladungserscheinungen in freier Luft und die Methoden zur Messung des Potentialgefälles und der Temperatur demonstriert, dann werden die Entladungen in Röhren bei wachsender Verdünnung der Luft vorgenommen und die Änderungen der Lichterscheinungen beobachtet. Es folgen Entladungen in elektrodenlosen Röhren, Ablenkung der Strahlen durch den Magneten, Messung des Potentialabfalles. Nachdem dann gezeigt ist, daß die Kathodenstrahlen durch Emission negativ-elektrischer Teilchen erzeugt werden, wird die mathematische Theorie über die Beziehungen zwischen dem Potentialgefälle und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, der ponderablen und der elektrischen Masse der Teilchen entwickelt und aus der magnetischen und elektrischen Ablenkung der Teilchen ihre Geschwindigkeit bestimmt. In gleicher Weise werden die Goldsteinschen Kanalstrahlen behandelt, die durch Emission von positiv-elektrischen Teilchen erzeugt werden. An den Vortrag schloß sich eine Besichtigung des physikalischen Instituts mit Demonstrationen.

Prof. Wallach: Neue Elemente und deren Beziehungen zum periodischen System. Nachdem historisch die älteren Versuche, unter den Elementen gesetzmäßige Beziehungen zu finden (Döbereiners Triaden, Proutsche Hypothese eines Urstoffs) angeführt sind, wird das periodische System der Elemente von L. Meyer und Mendelejeff eingehend an Tabellen und graphischen Darstellungen erläutert. Die neuen Elemente Argon und Helium haben sich aber bis jetzt in das System nicht einfügen lassen. Bei kritischer Betrachtung zeigt das periodische System, obgleich es eine große Zahl von Gesetzmäßigkeiten in einfacher Weise ausdrückt, doch große Schwächen. Eine Anzahl derselben wird besprochen und dann über die Entdeckungsgeschichte und die verschiedenen Darstellungsmethoden von Argon und Helium, ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften, sowie die verschiedenen bis jetzt vergeblichen Versuch, sie in das periodische System einzureihen, berichtet. An den Vortrag schloß sich eine Demonstration über die Verwendung der Kekuleschen Atommodelle im Unterricht zur Erläuterung des Affinitätsbegriffes und der Isomerieerscheinungen, weiter Versuche mit Natriumsuperoxyd und mit comprimiertem Sauerstoff, und endlich wurden die Einrichtungen und Unterrichtsmittel des chemischen Laboratoriums besichtigt.

Prof. Kerp, über neue Verbindungen aus dem Gebiete der anorganischen Chemie.

Prof. Liebisch, über die Symmetrie physikalischer Vorgänge mit Demonstrationen.

Prof. Hilbert, über moderne Gesichtspunkte der Elementargeometrie.

Prof. Ehlers, über die neueren Anschauungen über Verwandtschaftsverhältnisse wirbelloser Tiere.

Prof. Peters, über Zellkerne, Fortpflanzung, Reizempfindung bei Pflanzen. Demonstration von Lehrmitteln. Im Anschluß an diesen letzten Vortrag wurden mehrere botanische Exkursionen gemacht.

Dr. E. Götting (Göttingen).

Correspondenz.

Herr Prof. Dr. Carl Heinrich Müller zu Frankfurt a. M. schreibt uns:

„1. Längere Erfahrungen haben mich überzeugt, daß das absolute Maßssystem — ich nenne es lieber das physikalische — auch im Unterrichte den Vorzug verdient vor dem technischen (terrestrischen), und zwar muß sofort auf der ersten Stufe mit einer anschaulichen Darstellung des schwierigen Punktes begonnen werden. Ich benutze hierzu Federwage (Jolly) und Balkenwage. — 2. Es läßt sich nicht vermeiden, von vornherein das physikalische (absolute) und das technische Kraft-Maß nebeneinander zu führen. Dem mißlichen Umstand, daß „Gramm“, „Kilogramm“ doppelsinnig erscheinen, in erster Linie als Masse und dann als Kraft, begegnet man am besten dadurch, daß man strenge unterscheidet zwischen „Kraft-Gramm“ und „Masse-Gramm“ u. s. w.“

Ersteres wird in der üblichen Weise mit g , letzteres mit \bar{g} bezeichnet. Bei jeder praktischen Aufgabe mit Kilogrammen ist daher die erste Frage: Liegen hier Kraft- oder Massen-Kilogramme vor? — Die Antwort ergibt sich meist sofort aus dem Zusammenhange. Die bekannte Formel $m = V \cdot s$ lautet daher z. B. in Worten: Das Massengewicht in Grammen wird gefunden, indem man die Maßzahl des Volums in cm^3 mit dem spezifischen (Massen-) Gewichte multipliziert. Dagegen wird die fundamentale Formel $P = mg$ etwa so zu übersetzen sein: Das Kraftgewicht in Dynen wird gefunden, indem man die Maßzahl des Massengewichts mit der Schwerkbeschleunigung in cm-sec (Gal) multipliziert. — 3. Der Beibehaltung der Kraft-Gramme u. s. w. in der Hydro- und Aëromechanik ist wegen der Einfachheit der Auffassung entschieden beizustimmen. — 4. Die Namen „Cel“ (Celeritas) und „Gal“ (Galilei) sind brauchbar und auf der Frankfurter Naturf.-Versammlung von Herrn v. Öttingen zuerst in Vorschlag gebracht worden. D. Zeitschr. X 56. — 5. Ebenso pflichte ich durchweg der Ansicht Höflers bei, daß in der schriftlichen Beifügung der Maßzeichen, namentlich der Dimensional-Exponenten, recht sparsam verfahren werde, daß aber mündlich recht häufig in der gründlichen Fourierschen Manier die Dimensionen geprüft werden mögen. — 6. Im Gegensatz zum Herausgeber der Zeitschrift schlage ich vor, fortan die Maßeinheiten cursiv, die Maßzahlen antiqua drucken zu lassen, wie das schon lange gebräuchlich, z. B. bei M , g u. s. w. — 7. Dem systematischen Aufbau: Geometrie, Kinematik, Dynamik und demgemäß CSG dürfte man wohl gerne zustimmen, vornehmlich aus philosophischen Gründen. — 8. Zum Schlusse mache ich auf die Abhandlungen des Oberlehrers Dr. Kiel in Bonn über das absolute Maßsystem aufmerksam.“

Herr Höfler bemerkt hierzu: „Ich freue mich, daß die meisten meiner Anregungen die Zustimmung des Herrn Prof. C. H. Müller gefunden haben. — Zu 2.: Das Zeichen g (fraktur) scheint mir immer noch einfacher als eine Zusammensetzung wie \bar{g} oder g^* [letztere Bezeichnung wurde von dem Chicagoer Congress (d. Zeitschr. VII 211) gebilligt und auch von K. Strecker in dem *Hilfsbuch für die Elektrotechnik* eingeführt], zumal solche Lettern erst geschnitten werden müßten. — Zu 4.: Es war mir wertvoll, zu erfahren, daß auch von anderer Seite schon ähnliche Vorschläge gemacht sind. Um einer Zersplitterung vorzubeugen, gebe ich von meinen drei Bezeichnungen *cel* und *accel* den Vorzug. — Zu 6.: Für die Entscheidung der Redaktion spricht, daß die Maßeinheiten Dinge sind und daher wie alle anderen Dinge, also antiqua zu setzen sind; dagegen sind die Zeichen für die Maßzahlen künstliche Übertragungen, was durch die *cursive* Schrift hervortritt.“

Die Redaktion bedauert, den unter 6. gemachten Vorschlag des Herrn Müller ablehnen zu müssen, da die angesehensten und verbreitetsten deutschen Zeitschriften unseres Faches, wie *Wiedemanns Annalen*, die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* und die *Elektrotechnische Zeitschrift* ebenfalls die Maßzahlen cursiv setzen lassen, und es sich nicht empfiehlt, von dem jetzt herrschenden Gebrauch ohne triftigen Grund abzuweichen.

Herr Prof. K. Noack teilt uns mit, daß er das Prinzip des von Herrn Prof. Looser in dieser Zeitschr. XI 165 beschriebenen Apparates für Wärmeleitung zum gleichen Zwecke schon verwendet habe (*Zeitschr. z. Förderung d. phys. Unterr.* III 67, 1886), daß sein Apparat in den Preislisten einiger Firmen (z. B. Stöhrer, 1892 S. 90, Ernecke, No. 11 S. 95) seither öfter angezeigt worden sei, und daß er eine Beschränkung auf drei oder vier Metallstäbe auch heute noch aus praktischen und didaktischen Gründen für richtiger halte.

Herr Prof. Looser bemerkt dazu, daß sein Apparat sich aus seinen Versuchen mit dem Differential-Thermoskop naturgemäß ergeben habe; er wolle aber gern die Verdienste Anderer gelten lassen und anerkennen; wäre ihm Noacks Apparat bekannt gewesen, so würde er selbst darauf hingewiesen haben.

Zu dem Bericht über die 7. Hauptversammlung des „Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“ (ds. Zeitschr. XI 197) bemerkt Herr Dr. E. Löwenhardt, daß das Thema seines Vortrages nicht genau wiedergegeben sei; es müsse heißen „Über schriftliche Arbeiten im chemischen Unterricht“ statt „Die Notwendigkeit von Hausarbeiten etc.“ Der Vortrag bezog sich übrigens nicht vorwiegend auf Hausarbeiten, sondern der Vortragende gab an, daß er die meisten diesbezüglichen Arbeiten als Klassenarbeiten anfertigen lasse.

Himmelserscheinungen im Oktober und November 1898.

☾ Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus, ♂ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ♄ ☉ Conjunction, ☐ Quadratur, ♄ ☉ Opposition.

Monatstag	Oktober						November						
	2	7	12	17	22	27	1	6	11	16	21	26	
Helio- centrische Längen.	134°	159	181	199	215	230	244	258	272	286	302	319	♀ ♂ ♃ ♄ ♁
	333	341	349	357	5	13	21	29	37	45	53	61	
	9	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	
	66	69	71	74	76	79	81	84	86	89	91	94	
	200	200	201	201	201	202	202	202	203	203	204	204	
	253	253	253	253	253	254	254	254	254	254	254	254	
Aufst. Knoten.	283	283	283	282	282	282	282	281	281	281	281	280	☾
Mittl. Länge.	35	101	166	232	298	4	70	136	202	268	333	39	
Geo- centrische Rekt- ascensionen.	36	102	161	226	302	6	71	134	192	267	339	41	☾ ♀ ♂ ♃ ♄ ♁
	177	185	193	201	209	217	224	232	240	248	255	263	
	232	236	241	245	248	251	254	255	256	255	253	251	
	189	193	198	202	207	212	217	222	227	232	237	242	
	108	111	114	116	119	121	123	125	127	128	130	131	
	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	
	246	247	247	248	248	249	249	250	250	251	252	252	
Geo- centrische Dekli- nationen.	+ 19	+ 23	+ 3	- 21	- 19	+ 8	+ 25	+ 14	- 11	- 24	- 4	+ 20	☾ ♀ ♂ ♃ ♄ ♁
	+ 3	0	- 4	- 8	- 11	- 15	- 18	- 20	- 22	- 25	- 25	- 26	
	- 23	- 24	- 26	- 27	- 27	- 28	- 28	- 28	- 28	- 27	- 26	- 25	
	- 4	- 6	- 7	- 9	- 11	- 13	- 15	- 16	- 18	- 19	- 20	- 21	
	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 22	+ 22	+ 21	+ 21	+ 21	+ 21	+ 21	+ 21	
	- 6	- 7	- 7	- 7	- 8	- 8	- 9	- 9	- 9	- 10	- 10	- 10	
	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	- 21	
Aufgang.	18 ^h 6 ^m	18.15	18.24	18.33	18.42	18.51	19.0	19.10	19.19	19.28	19.36	19.45	☉
	6 ^h 1 ^m	9.56	15.53	22.35	1.52	3.23	5.49	11.9	17.24	23.20	0.57	2.32	
Untergang.	5 ^h 33 ^m	5.22	5.10	4.59	4.48	4.38	4.28	4.19	4.11	4.3	3.57	3.52	☉
	22 ^h 32 ^m	2.0	3.38	5.20	10.54	17.39	23.16	1.11	2.29	5.56	12.50	19.8	
Zeitglch.	- 10 ^m 42 ^s	- 12.11	- 13.30	- 14.36	- 15.28	- 16.3	- 16.19	- 16.15	- 15.50	- 15.3	- 13.56	- 12.30	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Oktober 7 6 ^h	Mond in Erdferne	November 4 2 ^h	Mond in Erdferne
7 7 5 ^m	Letztes Viertel	6 3 28 ^m	Letztes Viertel
15 1 37	Neumond	13 13 21	Neumond
19 15	Mond in Erdnähe	15 21	Mond in Erdnähe
21 22 9	Erstes Viertel	20 6 5	Erstes Viertel
29 1 18	Vollmond	27 17 39	Vollmond

Aufgang der Planeten. Okt. 16 ♀ 18^h 13^m ♀ 23.10 ♂ 9.50 ♃ 18.14 ♄ 22.41
Nov. 15 21. 1 22.5 8.50 16.53 21.0

Untergang der Planeten. Okt. 16 5. 5 6.0 2.18 5.3 6.59
Nov. 15 4. 33 4.41 0.58 3.18 5.9

Constellationen. Oktober 2 18^h ♂ ☉ ☽: 13 12^h ♃ ☽ ☽; 15 1^h ♀ ☽ ☽; 15 4^h ♃ ☽ ☽; 16 5^h ♀ ☽ ♃; 17 8^h ♂ ☐ ☽; 18 8^h ♀ ☽ ☽; 18 11^h ♄ ☽ ☽; 19 4^h ♀ obere ☽ ☽, wird Abendstern; 28 ♀ im größten Glanze. — November 5 4^h ♀ im Aphel; 5 5^h ♂ ☽ ☽; 10 23^h ♀ stationär; 12 0^h ♃ ☽ ☽; 14 16^h ♀ ☽ ☽; 15 6^h ♀ ☽ ☽; 19 21^h ♀ ☽ ☽.

Jupitermonde. Da alle überhaupt, nämlich nach Mitte November, sichtbaren Erscheinungen in die Morgenstunden nach 16^h fallen, sind Angaben darüber für unsern Leserkreis gegenstandslos.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Okt. 2 14^h, 5 11^h, 8 8^h, 11 5^h, 22 16^h, 25 13^h, 28 9^h, 31 6^h; Nov. 11 18^h, 14 14^h, 17 11^h, 20 8^h, 23 5^h. Außerdem sind β, R Lyrae, η Aquilae, ζ, η Geminorum, α, δ Orionis, β, R Lyrae, α, u, g Herculis, sowie Mira Ceti zu beobachten.

Sternschnuppen. Durch den Neumond begünstigt, werden die Leoniden, deren Maximum dem Ende des Jahrhunderts naheliegt, vielleicht schon in diesem Jahre in bedeutender Anzahl auftreten.

J. Pfaffmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

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