

# Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

IX. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1896.

## Neue Versuche mit dem Differential-Thermoskop.

Von

Prof. Dr. Looser in Essen.

Die neuen im folgenden mitgeteilten Versuche (vergl. Jahrg. VIII Heft 6) beziehen sich in erster Linie auf strahlende Wärme. Sie ermöglichen es, die Experimente über Absorption heller und dunkler Strahlen ohne Anwendung der Thermosäule und selbst bei stetig steigender Temperatur des Saales zu machen. Das Thermoskop reagiert allerdings bei diesen Versuchen nicht so prompt, wie bei den meisten andern; es ist eine kleine Vorbereitung nötig, so dass der Versuch durchschnittlich 3 bis 5 Minuten, oft noch länger dauert, bis der grösstmögliche Ausschlag eingetreten ist. Dagegen kann man, wenn z. B. Versuche mit derselben Wärmequelle angestellt werden, bei einiger Vertrautheit mit der Wirkung des Apparates diese Zeit entsprechend verkürzen.

Zu den Versuchen über strahlende Wärme dient ein besonderer Nebenapparat\*), bestehend aus zwei Aluminium-Schirmen *s* (Fig. 1) mit quadratischem Aus-

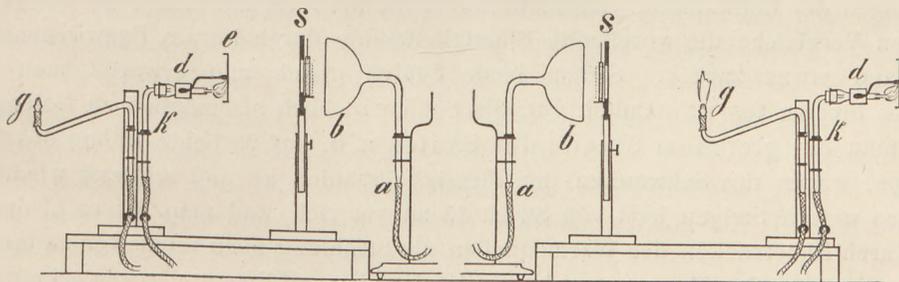


Fig. 1.

schnitte von 4 cm Seitenlänge, die stets 2 bis 2,5 cm von den Wärmereceptoren *b* (Halbkugeln, Blechkapseln) aufgestellt werden. Sie sind mit Führung und Tischchen versehen, um darauf die zur Absorption dienenden und die Öffnung verdeckenden Stoffe anbringen zu können. Die Schirme bewegen sich behufs Höher- und Tieferstellung in 2 mit Schrauben versehenen Hülsen, in welche auch die zu späteren Versuchen dienenden Kapseln und Röhren, sowie zwei Halter für je ein bzw. vier Kerzen passen. Die Seite, welche das Tischchen bzw. die Führungen für einzuschiebende Platten enthält, ist immer der Wärmequelle zuzuwenden. Auf einem Stative sind nun zwei besondere Wärmequellen angebracht, die eine (*g*) für leuchtende Strahlen besteht aus einem 2fach gebogenen Glasrohr mit gewöhnlichem Schnittbrenner aus Steatit. Zur Erzeugung dunkler Wärmestrahlen hat man gewöhnlich Gefässe mit siedendem Wasser, was nicht immer bequem ist. Es wurde daher neben dieser, nur in einem Falle zur Verwendung gelangenden, eine andere Quelle für dunkle Wärmestrahlen versucht, die sich auch trefflich bewährt hat, und für Versuche mit

\*) Die Nebenapparate zu den Versuchen über strahlende Wärme sind nur durch Müller-Meissner in Essen zum Preise von 130—135 M. zu beziehen.

strahlender Wärme überhaupt, sei es mit Thermosäule oder Thermoskop, empfohlen werden kann. Sie besteht aus einem kleinen rechtwinklig gebogenen Bunsenbrenner, in dessen Mündung noch ein kleines Metallröhrchen lose verstellbar eingeschoben ist. Die kleine Stichflamme erwärmt nun eine kleine, vor ihr stehende berusste Metallplatte *e*. Damit für diese kein besonderes Stativ nötig ist, wird sie direkt auf dem horizontalen Teile (*d*) des kleinen Bunsenbrenners befestigt. Der Abstand der Flamme von der Metallplatte lässt sich leicht regeln, indem man das verschiebbare Metallrohr mittels Pincette vorzieht oder einschiebt. Da beide Wärmequellen sich in Ringen bewegen, so kann jede nach Bedarf der Halbkugel zugewandt werden. Um leicht jede von beiden auslösen zu können, tragen sie Enden von Gummischläuchen, welche durch einen auf dem Fusse angebrachten Ring gehen. Ein leichtes Anziehen dieser Schläuche, die in dem Ringe starke Reibung haben, ermöglicht durch die hervorgerufene geringe Spannung eine sichere Führung der Wärmequellen in den Aufhängerungen, ohne dass die Gaszufuhr beeinträchtigt wird. Sämtliche Stative bewegen sich in Schlitten, deren eine Seite, bei etwaigem Einklemmen, durch 2 Schrauben verstellbar ist.

Die für die folgenden Versuche nötige Vorbereitung ist nun der Hauptsache nach die Gleichstellung der Flüssigkeitssäulen unter dem Einfluss der beiderseitigen Wärmequellen, teils mit, teils ohne Schirm. Erzielt man mit dem Brenner *g* eine volle gute Gasflamme, so dürfte der geeignetste Abstand der Flamme von der Halbkugel ca. 17 bis 20 cm sein. Die dunkle Wärmequelle stellt sich dann ca. 12 cm von der Halbkugel. Man beobachte sofort nach dem Anzünden der Flamme das Steigen der Indikatoren, verschiebe dabei die Brenner und bringe ab und zu zum besseren Vergleiche die voreilende Flüssigkeitssäule durch kurzes Dazwischenhalten der Hand etwas zurück. Stehen beide Säulen gleich und erwartet man noch weiteres Steigen (es ist nämlich gut, die Säulen so hoch als möglich zu treiben), so öffnet man bei gleichem Stande der Säulen z. B. auf 29 beide Hähne des Thermoskops, wartet des Schwanken der Flüssigkeitssäulen ab und schliesst wieder, so geht das weitere Steigen jetzt von Strich 15 an vor sich, und man hat es in der Gewalt, durch Näherrücken der Wärmequellen die Strahlung noch intensiver zu machen. Bei rasch steigender Temperatur des Saales ist dieses Hilfsmittel sogar sehr zu empfehlen. Es ist jedoch des bequemen Hantierens wegen (Einsetzen von Cuvetten etc.) nicht rätlich, mit der Flamme näher als ungefähr 10 cm, von der Halbkugel an gerechnet, heranzurücken.

Es sei gleich hier bemerkt, dass wenn man nach einem Versuche wieder beide Säulen auf dem früheren gleichen Stande haben will, man nicht abzuwarten braucht, bis die Wärmequellen diese Arbeit geleistet haben. Man kann mit einer beliebigen kleinen, nahe an die Receptoren gehaltenen Flamme rasch nachhelfen. (Die Hähne öffne man während einer Reihe aufeinander folgender Versuche nicht mehr.)

Sobald die Halbkugeln, welche für diese Zwecke sorgfältig kalibriert sind, von beiden Seiten gleich viel Wärme empfangen, lassen sich nun folgende Versuche leicht ausführen.

74. Ungleiche Absorption durch Platten von Steinsalz und Glas (Fig. 1). Man benutzt die Glasflammen (*g*) in ungefähr 17—20 cm Abstand und setzt nach eingetretener Constanz der Flüssigkeitssäulen vor die Ausschnitte der Schirme Platten aus Glas bzw. Steinsalz, zunächst von möglichst gleichmässiger Dicke (Glas grosser Schaufensterscheiben), so sinkt die Flüssigkeitssäule auf der Seite des Glases beträchtlich, auf der Steinsalzseite nur um wenige mm. (Siehe Vers. 78.)

75. Derselbe Versuch mit dünnem Glas und Steinsalzwürfel. Das vorige lässt sich noch überzeugender ausführen, wenn man einerseits eine Glasplatte von ca. 1 mm Dicke (Objekträgerglas), auf der andern einen Steinsalzwürfel von 4 cm Kante, der also die Öffnung gerade verschliesst, verwendet. Man legt in diesem Falle, da das Tischchen etwas tiefer steht als die Öffnung, ein passendes Brettchen unter. Die Differenz wird nicht viel kleiner als im vorigen Versuche, trotzdem die Steinsalzschrift fast 5 mal so dick, die Glasschicht kaum  $\frac{1}{5}$  der vorigen ist. (Es ist nicht nötig, zu diesen Versuchen teure polierte Steinsalzplatten zu verwenden. Es genügen wohl meist die in den Mineralsammlungen vorhandenen Platten und Würfel, deren Dicke, wie die Versuche zeigen, fast gar nicht in Betracht kommt. Ebenso ist die ebene Beschaffenheit der Oberfläche nicht absolut erforderlich.)

76. Wiederholung von 74 mit dunkeln Strahlen. Die Differenz ist (s. 87) noch grösser als bei Anwendung von leuchtenden Wärmestrahlen.

77. Wiederholung von 75 mit dunkeln Strahlen. Bringt man hier die dunkeln Wärmequellen ziemlich nahe (10 cm von *b*), so tritt eine Erscheinung ein, die sehr instruktiv als Denkaufgabe ist; die Säule beginnt nämlich sofort nach Einsetzen des Würfels zu steigen. Will man sich überzeugen, dass hier nicht die Zimmertemperatur im Spiel ist, so stellt man den Versuch mit dem Würfel für sich allein an und benutzt die andere Halbkugel zur Controlle der Zimmertemperatur.

78. Ungleiche Erwärmung der absorbierenden Platten. Nimmt man nach Anstellung des Versuches 74 das Thermoskop weg, montiert, während die Bestrahlung noch etwa 5 Minuten andauert, die matten Halbkugeln und legt dann die Platten mit den bestrahlten Flächen auf dieselben, so zeigt sich, dass das Glas, welches die Strahlen absorbiert, sehr warm, das Steinsalz dagegen kaum erwärmt ist (Diff. 6 — 12 cm). Derselbe Versuch im Anschluss an 76 mit dunkeln Strahlen. Man kann den Versuch auch für sich ausführen, wenn man einer Gasflamme in ungefähr 12 — 15 cm Abstand eine Steinsalzplatte und eine dicke Glasplatte in gleicher Höhe mit der Flamme gegenüberstellt, die Bestrahlung ca. 10 Minuten dauern lässt und dann die Platten mit der bestrahlten Seite auf die schon vorher eingesetzten kleinen Halbkugeln legt.

Man zeigt ebenso leicht die Unterschiede in der Absorption von (79) Glimmer, Gyps etc. und dünnem Glase, und (80) dünnen, dicken, bzw. mehreren Glasplatten. Jede zugefügte Glasplatte bringt eine geringere Differenz gegen den vorigen Stand hervor. Man stellt erst auf eine Seite eine Glasscheibe, auf die andere zwei, und vermehrt nun die Zahl auf beiden Seiten stets um eine Scheibe. Ferner (81) die fast gleiche Absorption bei blanken und matten Glasflächen.

82. Absorption durch Flüssigkeiten. Setzt man vor die Öffnung der Schirme kleine Glascuvetten von 1 cm Lichtweite und mit Wasser, bzw. Schwefelkohlenstoff gefüllt, der durch Auflösung einiger Körnchen Jod nahezu undurchsichtig für Lichtstrahlen gemacht ist, so zeigt sich die weit stärkere Absorption des für Lichtstrahlen vollständig durchlässigen Wassers. Man bedient sich zu diesem Versuche am geeignetsten der leuchtenden Flammen *g* (Fig. 1). Der Einfluss des Glases ist bei solchem Doppelversuche vollständig ausgeschlossen, da beide Cuvetten gleiche Wandstärke haben.

83. Der Anteil des Glases an der Absorption wird deutlich vor Augen geführt, wenn man die leere Cuvette einer mit Wasser oder Schwefelkohlenstoff und Jod gefüllten vergleichend gegenüberstellt. Man erkennt in diesem Falle erst recht die grosse Durchlässigkeit des letzteren.

84. Ungleichheit des Emissionsvermögens infolge der Beschaffenheit der Oberfläche. Zu diesem Versuche dienen statt des in Vers. 12 d. Zeitschr. (VIII 295) angegebenen Leslieschen Würfels 2—3 kleine cylindrische, 9 cm im Durchmesser haltende und 2 cm dicke Blechkapseln (1 u. 4 in Fig. 2), die in den zum Tragen des Schirmes dienenden Halter an dessen Stelle eingesetzt werden. Man füllt sie am besten schon vorher mit heissem Wasser (ca. 75 ccm) und bringt dieses durch die kleinen Bunsenflammen, welche an der der Halbkugel angewandten Seite unten angebracht sind, vollends zum Sieden. Die vor dem Brenner befindliche Metallplatte *e* (Fig. 1) muss hier zurückgeklappt werden. Man kehrt den Halbkugeln erst die blanke bzw. die abgeschmirgelte Seite zum Vergleiche zu, im Abstände von ca. 8—10 cm. Wenn die Flüssigkeitssäulen nicht mehr steigen, dreht man die letztere Kapsel um, so dass sie jetzt ihre berusste Seite der Halbkugel zuwendet. Es kommt dann also blanke und berusste Seite zum Vergleich; die Säule an der letzteren Seite steigt noch erheblich. Die Differenzen sind sämtlich sehr deutlich, und da der Versuch zum Doppelversuch gemacht ist, erfordert es die Hälfte der Zeit wie mit dem Leslieschen Würfel. Nur die matten und berusteten Seiten dürfen von der Stichflamme getroffen werden. Eine dritte Kapsel dient event. zu Vergleichen mit einer weissen oder einer mit Stoff überzogenen Oberfläche. (Es empfiehlt sich, das Wasser in den Kapseln zum Sieden zu bringen und dann erst das Thermoskop zwischenzusetzen.)

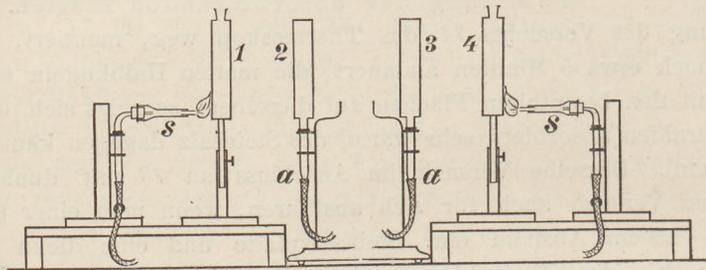


Fig. 2.

85. Die Verschiedenheit der Absorption infolge der Beschaffenheit der Oberfläche lässt sich weit eleganter und in noch kürzerer Zeit nachweisen. Zu diesem Versuche dienen 2 Blechkapseln mit Ansätzen, die in die Ringe des Thermoskops passen und an die Schläuche angeschlossen werden können (2 u. 3 in Fig. 2). Der Versuch wird ohne den Schirm gemacht. Man lässt zunächst die 2 blanken Flächen von den Gasflammen auf 10 bis 15 cm Abstand bestrahlen und reguliert. Wenn die Säulen ganz gleichmässig steigen, dreht man an einer Seite (z. B. links) die geschmirgelte Seite der Flamme zu. Die Säule links eilt vor. Man braucht nun nicht das Maximum der Höhe abzuwarten, sondern kehrt bei deutlicher Differenz 2 cm (die Enddifferenz ist 7 bis 9 cm) die andere Kapsel (3) um, so dass diese ihre berusste Seite der Flamme zuwendet, so wird jetzt die Säule rechts die andere in kurzer Zeit weit überholen. Der ganze Versuch dauert nach der Regulierung  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Minuten.

86. Mit den Versuchen 84 und 85 ist, wenn sie unmittelbar hintereinander angeschlossen werden, eigentlich schon die Gleichheit von Absorption und Emission bewiesen. Das vorhandene Material reicht aber noch zu einem direkten Versuche, der ohne das Thermoskop ziemlich viel Umstände macht. Man kehrt wie in 85 die blanke und die berusste Seite nach aussen (Fig 2), und stellt der ersteren die berusste Seite, der letzteren die blanke Seite der in 84 benutzten Kapseln in gleichen Abständen (ca. 5 cm) entgegen. Man lässt wie dort das Wasser erst sieden und setzt

dann das Thermoskop zwischen beide. (Man kann jedoch auch kalt aufsetzen, vollständigen Ausgleich abwarten und dann die Flammen anzünden.) Bei gleichen Abständen stehen die Flüssigkeitssäulen gleich hoch. Oder man reguliert, bis die Flüssigkeitssäulen gleich sind, was überzeugender wirkt, und weist dann die Gleichheit der Abstände (5 cm) nach. In Figur 2 sind 1 und 3 berusste, 2 und 4 blanke Flächen.

87. Ungleichheit in der Absorption gleicher Mittel bei ungleichen Wärmequellen. Um den Unterschied in der Absorption dunkler und heller Lichtstrahlen durch Glas zu zeigen, setzt man (Fig. 1) die berusteten Halbkugeln ein, zündet auf der einen Seite den Brenner *d* an, bringt ihn in einen Abstand von ca. 12 bis 15 cm von der senkrechten Fläche der Halbkugel und reguliert darnach den Abstand der leuchtenden Flamme auf der anderen Seite (siehe Bem.), bis beide Säulen gleich hoch stehen. Bringt man nun gleich dicke Glasplatten vor die Ausschnitte, so zeigt sich bereits nach einer halben Minute deutlich, dass Glas die dunkeln Strahlen in höherem Maasse absorbiert als helle. Die Differenz (3 bis 4 cm) der Säulen untereinander ist um so grösser, je dünner das Glas ist (obwohl dicke Glassorten stärker absorbieren). Nimmt man Glas nicht unter 2 mm Stärke, so lässt sich genau entsprechend dem Versuch (78) der Nachweis liefern, dass auf der Seite der dunkeln Strahlen die grössere Erwärmung der Platten erfolgt. Die Differenz ist jedoch weit kleiner (1 bis 2 cm)<sup>1)</sup>.

88. Absorption heller und dunkler Wärmestrahlen durch Steinsalz. Wiederholt man 87 mit dem Unterschied, dass man an Stelle der Glasplatten 2 Steinsalzplatten bringt, so ergibt sich aus dem fast gleichbleibenden Stande beider Flüssigkeitssäulen, dass Steinsalz beide Strahlenarten fast gleich gut durchlässt.

89. Reflexion der dunkeln (und hellen) Wärmestrahlen. Setzt man die Wärmequelle *d* (Fig. 3) für dunkle Strahlen einer Halbkugel im Abstände von ca. 20 cm gegenüber und bringt, sobald die Flüssigkeitssäule steht, zwischen beide ein innen spiegelndes Metallrohr *r* von quadratischem Querschnitte 9 bis 10 cm Länge und 6 cm im Quadrat (aus einer Blechbüchse leicht durch Abschmelzen des Bodens herzustellen), so geht die Flüssigkeitssäule des Manometers 15 bis 20 cm und mehr in die Höhe. Man stellt daher am besten die Flüssigkeitssäule, sobald sie constant ist, auf 15 zurück, oder man erwärmt kurze Zeit vorher die Halbkugel, öffnet den Hahn und lässt abkühlen; letzteres braucht man jedoch

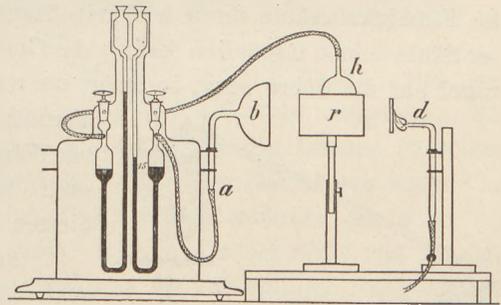


Fig. 3.

<sup>1)</sup> Bemerkungen. 1. Die Unterschiede in den Abständen der Wärmequellen sind ohne Einfluss auf den Versuch, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man zur Regulierung der hellen Flamme nicht deren Abstand benutzt, sondern die Flamme (bei gleichem Abstände) verkleinert. Das Ergebnis des Versuches bleibt fast genau dasselbe, nur ist letztere Regulierung schwieriger. — 2. Wegen des capillaren Gasausflussrohrs der kleinen Bunsenbrenner thut man gut, einig Gas aus dem Schlauch (vor dem Anzünden) austreten zu lassen, weil man sonst zu lange auf Entfernung der Luft in den Schläuchen warten muss. Man achte darauf, dass die Flamme nicht zurückschlägt, wozu hauptsächlich anfangs Neigung vorhanden ist. — 3. Der erste Teil des Versuches lässt sich sogar mit Glas von der Dicke mikroskopischer Deckplättchen ausführen und giebt dann noch grössere Differenz als mit gewöhnlichem Glase. Die Frage nach dem Grunde hierfür ist eine lehrreiche Denkaufgabe.

nicht einmal abzuwarten, da die Flüssigkeitssäule sich doch genau so einstellt, als ob man erst ihre vollständige Abkühlung abgewartet hätte. Derselbe Versuch lässt sich auch mit leuchtenden Wärmestrahlen anstellen, wenn man die Flamme *g* (Fig. 1) in ca. 20 cm Abstand bringt und dann wie oben verfährt.

90 und 91. Unterschiede in der Bestrahlung bei Verschiedenheit der reflektierenden Flächen und ungleiche Erwärmung der letzteren. Man bringt die dunkle Wärmequelle *d* (Fig. 3) auf ca. 16 cm Abstand von der berussten Halbkugel, wartet den höchsten Stand der Bestrahlung ab und setzt die Säule wieder auf 15. Man schiebt jetzt in die innere blanke Röhre *r* von quadratischem Querschnitt eine innen geschwärzte quadratische Röhre aus leichtem Karton und setzt sie dann in den Weg der Strahlen. Nach 10 Minuten wird die Flüssigkeitssäule kaum um 1 bis 2 cm gestiegen sein. Setzt man jetzt aber eine an den andern Schlauch des Thermoskops angeschlossene kleine Halbkugel *h* auf die quadratische Röhre, so zeigt diese eine starke Erwärmung (10 cm Differenz) an.

Man nimmt jetzt die Halbkugel wieder weg und zieht die geschwärzte Einlage aus dem Blechrohr, indem man während dieser Zeit die Wärmequelle (*d*) in den Ringen seitwärts dreht; sofort beginnt, wie im vorigen Versuche, ein rapides Steigen, bei dem schliesslich die Flüssigkeit des Manometers noch zum grossen Teil in die obere Erweiterung tritt. Diese Aufeinanderfolge der Versuche zeigt zunächst, dass die Erwärmung der berussten Halbkugel nicht durch etwa in das Rohr einströmende warme Luft zu stande kam. Gleichzeitig liefert aber der Versuch den Nachweis, dass die vorhin nicht durch Reflexion zur Halbkugel beförderten Strahlen dafür die Röhre erwärmten, ebenso wie in 78 nachgewiesen wurde, wo die vom Glase nicht durchgelassene Wärme geblieben war. Macht man jetzt, nachdem die Flüssigkeitssäule ihren höchsten Stand erreicht hat (was man durch Herabsetzen der Säule leicht feststellen kann), die Gegenprobe, indem man wieder die matte Halbkugel auf die Röhre setzt, so steigt die Säule jetzt nur ungefähr 3 cm. Wie in 78 das

Verhältnis zwischen durchgelassener und absorbierter Wärme gezeigt wurde, so stellt der vorige Versuch das Verhältnis der reflektierten zur absorbierten Wärme klar<sup>2)</sup>.

Ausser diesen sind noch folgende neue Versuche zu erwähnen.

92. Unterschiede der Verdampfungswärme. Zwei nach Art der Pulshämmer mit Äther bzw. Alkohol gefüllte Apparate, die gleichfalls durch Auskochen luftleer gemacht sind, werden mit dem stumpfwinklig abgebogenen Teil *s*<sub>1</sub> in die Kapsel *a* (Fig. 4) eingeführt und der Zwischenraum bis zum Rande der Kapsel mit Wasser von der Zimmertemperatur aufgefüllt. Die beiden höheren (spitz-

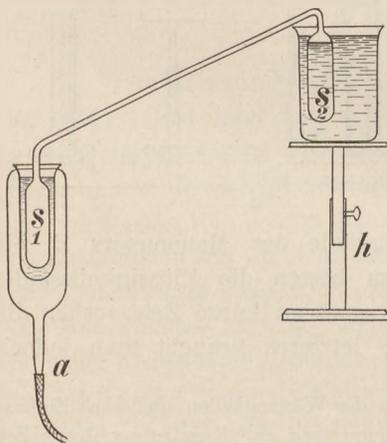


Fig. 4.

<sup>2)</sup> Es sei hier gleich bemerkt, dass die Einschaltung einer Reflexröhre auch bei den vorigen Versuchen über strahlende Wärme bessere Ergebnisse liefert. Man stellt den Schirm mit dem Tischchen nach der Halbkugel hin gekehrt, dann Rohr und Wärmequelle. Die Säulen steigen meistens so hoch, dass man (jedoch nur bei gleichem Stande derselben) wieder auf 15 herabsetzen muss. Die dadurch erzeugte kräftigere Bestrahlung hat natürlich auch energischere Absorption, also deutlichere Unterschiede zur Folge. Es genügen aber selbst für die ungünstigsten Verhältnisse auch die Arrangements ohne die Röhren.

winklig abgebogenen) Schenkel  $s_2$ , welche mit den beiden genannten Flüssigkeiten gefüllt sind (der Alkohol ist zum besseren Erkennen rot gefärbt), stellt man in ein Glasgefäß und giesst soviel Wasser von  $50^\circ$  hinzu, dass dieses ca. 5 mm über dem Äther-Alkoholspiegel steht. Mit den aus den umgebenden Wasser aufgenommenen, fast gleichen Wärmemengen verdampfen nun Äther und Alkohol. Die Dämpfe verdichten sich in  $a$  und die Flüssigkeitssäulen steigen fast in gleichem Tempo. Am Schlusse des Versuchs, wenn der grösste Teil des Äthers überdestilliert ist, sieht man jedoch beim Herausheben aus der Kapsel, dass mit derselben Wärmemenge nahezu 3 mal soviel Äther als Alkohol verdampft wurde. (Der Apparat kann auch als Pulshammer benutzt und daher statt dessen angeschafft werden.)

93. Einfluss des Sättigungsgrades der Luft auf die Verdampfung. Man legt auf die in Brettchen befestigten kleinen Halbkugeln Scheiben von Filtrierpapier, welche (durch Aufeinanderlegen) möglichst gleichmässig mit Alkohol durchtränkt sind. Nach kurzer Zeit überdeckt man an der Seite, wo der Flüssigkeitsindex am tiefsten steht, die Halbkugel mit einem nicht zu grossen Becherglase. Die Verdunstung und somit die Abkühlung hört auf, die Säule steigt wieder langsam bis zur Zimmertemperatur, während die andere entsprechend weiter sinkt.

94. Konstanz des Siedepunktes. Man stellt (Fig. 5) die mittels eines Korkes durch ein Brett gesteckte, mit Schrot gefüllte Kapsel in ein mit warmem Wasser angefülltes Becherglas und bringt (während der Hahn des Thermoskops offen ist) das Wasser vollends zum Sieden. Die Spitze  $a$  ist natürlich mit dem Thermoskop verbunden. Vor Beginn des Siedens schliesst man den Hahn ab und zu, um zu zeigen, dass die Temperatur sich noch erhöht. Kurz nach Beginn des Siedens ist dies nicht mehr der Fall. (Siehe 96.)

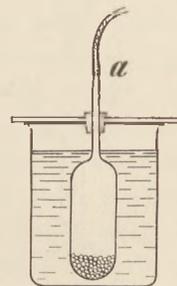


Fig. 5.

95. Erhöhung des Siedepunktes des Wassers durch Salze. Man hält wie beim vorigen Versuche, nachdem Konstanz der Flüssigkeitssäule eingetreten, den Hahn geschlossen und wirft eine gute Hand voll Kochsalz in das Wasser. Zunächst wird durch die Auflösung Sinken hervorgerufen, wenn aber das Sieden wieder begonnen hat, steht die Flüssigkeitssäule des Thermoskops mehrere cm höher als vorher. Man nehme das Gefäss nicht zu gross, weil man sonst recht viel Salz zusetzen muss. Der Versuch lässt sich weiter verfolgen bis zur völligen Sättigung der Lösung.

96. Konstanz des Schmelzpunktes beim Eise. Als Parallelversuch zu 94 wird man passend die andere Schrotkapsel in schmelzendes Eis stellen (das man beständig rührt) oder besser in Eiswasser, worin noch viel Eis schwimmt; es zeigt sich dann bald die Konstanz des Schmelzpunktes. Entsprechend 95 kann man auch hier die Temperaturerniedrigung durch eingestreutes Kochsalz zeigen. Diese Versuche gelingen auch in der Kapsel  $a$  (Fig. 4).

97. Fortpflanzung des Druckes in Röhren. In die Kapsel, wie sie zu Absorptionsversuchen (diese Zeitschrift VIII 303, Fig. 21 u. 26) gebraucht wird, steckt man ein Gabelrohr (Fig. 6). Die eine Seite wird direkt mit dem Thermoskopschlauch verbunden ( $a a_1$ ), während in die andere Verbindung erst ein 4,5 m langes Glasrohr eingeschaltet wird ( $b b_1 b_2 b_3$ ), das zu besserer Handlichkeit mehrfach gebogen und auf Holz montiert ist. Erwärmt man jetzt die Kapsel mit der Hand, so steigen beide Säulen vollkommen gleichmässig, trotzdem der Druck sich an einer Seite erst durch ein 4,5 m langes Rohr fortpflanzen musste.

98. Um die Erwärmung einer Hittorfschen Röhre durch Kathodenstrahlen nachzuweisen, genügt es, dieselbe, nachdem der Induktionsstrom kurze Zeit hindurchgegangen, mit dem bestrahlten Ende möglichst nahe einer berussten Halbkugel gegenüberzusetzen. Besser lässt sich der Versuch mit einer cylindrischen Hittorfröhre anstellen, über deren Ende ein luftdicht anschliessender kugelförmiger Ansatz geschoben ist, der zugleich eine Spitze für die Aufnahme des Thermoskopschlauches enthält.

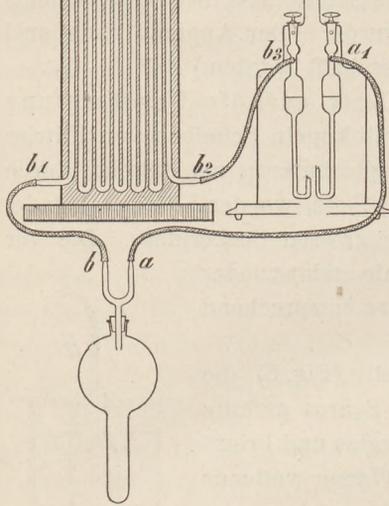


Fig. 6.

99. In den Versuchen 25—27 der ersten Abhandlung wurde die Wärme, welche bei Verdichtung bzw. Verdünnung von Gasen frei bzw. verbraucht wird, nachgewiesen. Dasselbe gelingt auf Grund von ähnlichen Überlegungen mit irgend einer vorhandenen Kapsel, wenn auch weniger deutlich. Die Erscheinung bietet aber eine vortreffliche Denkaufgabe für die Schüler. Man stellt durch Blasen die eine Säule des Thermoskops auf ungefähr 30, indem man erst die Flüssigkeit in die obere Erweiterung treibt, langsam sinken lässt und kurz bei 30 schliesst, die andere nahe auf 0 und wartet, bis die Säulen stabil sind (3—4 Minuten), dann dreht man plötzlich die Hähne ab. Die Säulen stellen sich nach kurzem Schwanken, das man ab-

warten muss, auf 15. Schliesst man jetzt die Hähne, so beobachtet man auf der einen Seite ein weiteres Steigen, auf der andern, wo die Säule tief stand, ein Sinken. Man nimmt am besten die grossen geraden Halbkugeln zu dem Versuche. Da das Tiefstellen Schwierigkeiten macht, so kann man sich folgendes Hilfsmittels bedienen: Man erwärmt die eine Halbkugel, bis sie über 30 steht, und dreht den Hahn auf; sie kühlt sich dann ab und stellt sich ungefähr auf Null.

100. Druck einer Flüssigkeitssäule. Man kann sich des Manometers bedienen, um den Über- (Unter-) Druck einer Wassersäule nachzuweisen. Man zieht ein etwa 2 cm weites Glasrohr zu einer Spitze *a* aus, oder setzt einen Gummistopfen mit Glasrohr an, den man mit dem Schlauch verbindet. Während man den Hahn öffnet, taucht man das Rohr in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Standglas, bis innerhalb und ausserhalb der Röhre das Wasser gleichhoch steht. Schliesst man jetzt den Hahn des Manometers, so zeigt das geringste Heben und Senken des Rohres den verminderten oder vermehrten Wasserdruck prompt an der Manometersäule an. (Vergleich der Säulenlängen und des spezifischen Gewichtes von Wasser und Alkohol.)

101. Absorption des Wasserdampfes der Luft durch Schwefelsäure. Hat man einmal durch Eingiessen einiger Tropfen Schwefelsäure zu ca. 10 g Wasser in der Kapsel *a* (Fig. 4) die starke, dadurch hervorgerufene Wärme gezeigt, so kann man indirekt die schnelle Absorption des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Wasserdampfes durch eine sehr prompte Reaktion zeigen. Man legt das zu Absorptionsversuchen dienende bauchige Gefäss (Fig. 6 unten), oder einen an den Schlauch des Thermoskops angeschlossenen Kochkolben in eine flache Schale und giesst über die Kugel etwas concentrirte Schwefelsäure, die man noch mittels eines Glasstabes

ausgiebiger auf der Oberfläche verteilt. Sofort beginnt die Absorption, und je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft steigt die Flüssigkeitssäule rasch um ungefähr 10 cm.

102. Absorption von Gasen durch Flüssigkeiten. Der hübsche Versuch von FR. BRANDSTÄTTER (d. Ztschr. IX S. 174) lässt sich noch deutlicher mittelst des Thermoskopes zeigen. Man füllt Ammoniaklösung bzw. Wasser in die zum Nachweis der Wärmeleitung bei Gasen dienende Kapsel (d. Ztschr. VIII 294), verbindet *a* (Fig. 7) mit den Schläuchen des Thermoskops, das längere Rohr der ersten mit der Gasleitung (Blasebalg) das kürzere mit dem längeren Rohr der zweiten Kapsel und setzt endlich an das kürzere des zweiten einen längeren Gummischlauch mit Glasspitze, um das Leuchtgas entzünden zu können, kurz, man sorgt dafür, dass Gas durch beide Flüssigkeiten streichen kann. Die ihr Gas abgebende Ammoniaklösung zeigt nach kurzer Durchströmung etwa 10 cm Differenz gegen die durch Absorption gestiegene Flüssigkeitssäule auf der Seite des Wassers.

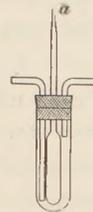


Fig. 7.

103. Wärme durch physiologische Prozesse. Der in SACHS' Lehrbuch der Botanik (4. Aufl. S. 694) angegebene Versuch lässt sich viel leichter und einwandfreier mittels des Thermoskops anstellen. Man weicht Saatgerste etwa zwei Tage lang in Wasser ein, wodurch die Körner nahezu den 3fachen Raum einnehmen. An das Thermoskop werden die beiden mit Schrot gefüllten Kapseln angeschlossen. Dann wartet man den Ausgleich der Temperatur ab, schliesst die Hähne, stellt die eine Kapsel in ein geräumiges Becherglas, dessen Boden schon mit einer ca. 1 cm hohen Schicht der gequollenen Gerste bedeckt ist, und füllt bis zum Rande nach, so dass die Kapsel ganz in den Körnern eingebettet ist. Man wird schon sofort eine geringe Temperaturdifferenz bemerken, die sich aber bei dem nach ca. 3 Tagen eintretenden Keimen bis zu 4 cm und mehr steigert.

Bem. Die zweite Kapsel kontrolliert die Zimmertemperatur. Man sehe, da der Versuch sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, auf gutes Schliessen des Schlauches. Man kann auch das Keimen abwarten, die Säulen gleich stellen, und dann, indem man die Gerste in ein die Schrotkapsel enthaltendes Gefäss umfüllt, gleich die höchste Temperatur nachweisen. Die Differenz bleibt, nachdem sich die erzeugte mit der durch Verdunsten etc. abgegebenen Wärme ins Gleichgewicht gesetzt hat, tagelang fast dieselbe. Bei rasch steigender Temperatur des Raumes (z. B. morgens) kann unter Umständen die von Gerste umgebene Kapsel nicht so rasch dem Gange derselben folgen und die Säule deshalb zeitweise niedriger stehen. Will man gleichzeitig die Entwicklung von Kohlensäure zeigen, so füllt man die keimende Gerste in ein Gefäss, dessen zweifach durchbohrter Stopfen die Schrotkapsel enthält, während durch die andere Öffnung ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr geht. Dies kann man entweder mit dem Thermoskop in Verbindung setzen (wenn man auf Kontrolle der Zimmertemperatur verzichtet) oder mit Schlauch verbinden und die Kohlensäure unter Wasser in bekannter Weise austreten lassen ev. auffangen. Erbsen geben nicht so grosse Differenz. In ähnlicher Weise lässt sich auch das Thermoskop beim Gährungsprozesse verwerten.

Schlussbemerkungen. Zur Behandlung des Thermoskopes bemerkt Verf. durch vielfache Anfragen angeregt, noch folgendes.

1. Wo die gefärbte Flüssigkeit feste Teile absondert und die Röhre des Manometers verschmiert, genügt eine Reinigung mit Salpetersäure und Nachspülen mit etwas Alkohol, dem 2—3 Tropfen Ammoniaklösung hinzugefügt sind, dann noch

maliges Spülen mit reinem Alkohol. Da die Indigolösung sich leicht entfärbt, so ist Verfasser bemüht, eine andere Färbungsweise des Alkohol zu finden. Die Versuche beanspruchen, wie in der Natur der Sache liegt, längere Zeit, deshalb soll später in dieser Zeitschrift darüber berichtet werden.

2. Die eingefetteten Glashähne müssen, wenn das Thermoskop voraussichtlich längere Zeit nicht mehr gebraucht wird, durch Zwischenlegen eines Drahtendes vor dem Festkitten bewahrt werden. Erneuerung der Einfettung nach vorhergegangener Reinigung (jährlich) ist zu empfehlen.

3. Die Berussung der Glashalbkugeln, namentlich aber der gelöteten Blechgefäße, muss, wenn man sich nicht der in dieser Zeitschrift (*VII 31*) angegebenen Methoden der kalten Berussung bedienen will, mit Terpentin geschehen. Man wickelt ein Bäschehen Watte um ein Holzstäbchen, taucht in Terpentin, entzündet und führt das obere Ende der Flamme rasch einige Male unter die Kapseln.

4. Bei der Reinigung von Kapseln gerät leicht Wasser in die zum Ansatz des schlauches dienenden Spitzen, das oft stört und schwer zu entfernen ist. Man thut daher gut, wenn eine gründliche Reinigung nötig ist, ein kleines Stück Thermoskop-Schlauch überzuschieben, das zu dem Zwecke ein für allemal durch ein Stückchen Glas oder durch umgeschnürten Draht verschlossen ist.

5. Wenn sich einmal in beiden Kapseln durch Liegen an der Luft, oder durch Eintauchen in Wasser (was sich bei langdauernden Versuchen empfiehlt) nach genügendem Ausgleich ein gleiches Luftquantum befindet, so kann man nach Schluss der Hähne für länger dauernde Versuche die Kapseln, wie leicht verständlich, ohne Bedenken mit der warmen Hand anfassen. Dies hat bei der folgenden Wärmeentwicklung absolut keinen Einfluss. Die endgültige Höhe der Flüssigkeitssäule bleibt dieselbe.

## Apparat zur objektiven Darstellung der Vorgänge des Drehstroms.

Von

Dr. A. v. Wurstemberger, Ingenieur der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft zu Berlin.

Es giebt wenige Dinge in der Elektrotechnik, die an und für sich zwar einfach, aber dennoch dem Zuhörer so schwer klar zu machen sind, wie die Vorgänge in einem Drehstromnetz. Bekanntlich wird der Drehstrom durch drei Wechselströme gebildet, welche bei gleicher Periodenzahl in der Secunde eine gegenseitige Verschiebung ihrer Phasenanfänge um  $120^\circ$  besitzen. Diese drei Ströme werden auf drei von einander isolierten Leitungen fortgeleitet und haben das Eigentümliche, dass sie keiner Rückleitung bedürfen. Verbinden wir nämlich die Enden dieser drei Leitungen in einem Punkt mit einander, so sind die in jedem Augenblicke nach dem Verbindungspunkte fließenden positiven Elektrizitätsmengen den in demselben Momente jenem Punkte zugeführten negativen Elektrizitätsmengen gleich. Bezeichnen wir die drei Leitungen mit *I*, *II*, *III*, so sind die Stromstärken jeweilig

in der ersten Leitung

$$J_I = i \cdot \sin \alpha,$$

in der zweiten

$$J_{II} = i \cdot \sin (120 + \alpha),$$

in der dritten

$$J_{III} = i \cdot \sin (240 + \alpha),$$

wobei *i* die maximale Stromstärke, die durch den Draht gesandt wird, bedeutet.

Bei der Ähnlichkeit vieler Gesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik mit den Gesetzen der Elektrizitätslehre ist es naheliegend, auch hier nach einem Apparat zu suchen, welcher durch Wasserbewegung diese Vorgänge veranschaulicht; die diesbezügliche Aufgabe glaube ich auf die folgende Art gelöst zu haben.

Wenn wir den Gleichstrom mit einem mit gleichförmiger Geschwindigkeit dahinfließenden Wasser vergleichen, so würde eine sich in einem Rohre periodisch hin- und herbewegende Wassersäule dem Wechselstrom entsprechen und dies namentlich dann, wenn die Bewegung des Wassers in Bezug auf Geschwindigkeit und Richtung in jedem einzelnen Zeitmomente dem Sinusgesetze entspräche. Eine dermaassen bewegte Wassersäule erhalten wir durch folgende Anordnung (Fig. 1):

In einem Pumpstiefel *A* bewegt sich ein Kolben *B* auf und nieder; von dem unteren Teile des Stiefels geht das Rohr *r* nach einem Wassergefäß *W* und wird von diesem aus, wie auch der im Stiefel unterhalb des Kolbens befindliche Raum, mit Wasser gefüllt erhalten. An dem Kolben ist eine Kolbenstange *b*, welche geradlinig geführt wird, befestigt. Die Kolbenstange ist an ihrem oberen Ende mit einer Kurbelschleife versehen, und diese wird in bekannter Weise mittels einer Kurbel *k*, die sich an einer sich drehenden Welle *X* befindet, in auf- und niedergehende Bewegung versetzt.

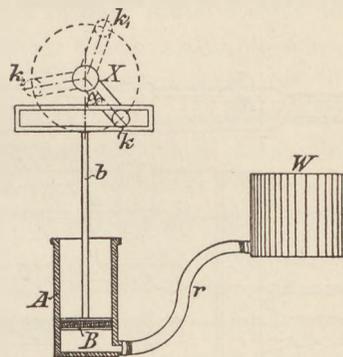


Fig. 1.

Ist die Drehung eine gleichförmige, und bedeutet *v* die lineare Umdrehungsgeschwindigkeit des Kurbelzapfens, *α* den Winkel, den die Mittellinie der Kurbel in jedem Momente mit der Vertikalen macht, so haben wir für die Geschwindigkeit *v'* des Kolbens in jedem einzelnen Momente der Drehung

$$v' = v \cdot \sin \alpha.$$

Da im Pumpstiefel kein Ventil vorhanden ist, so wird der sich aufwärts bewegende Kolben Wasser durch das Rohr aufsaugen, während der niedergehende Kolben das Wasser durch dasselbe Rohr wieder zurückdrückt.

Die Bewegungsgeschwindigkeit *V* des Wassers in dem Rohre ist aber der Kolbengeschwindigkeit *v'* proportional, wir können somit schreiben

$$V = \frac{Q}{q} \cdot v \cdot \sin \alpha,$$

wobei  $\frac{Q}{q}$  das Verhältnis der Querschnitte von Kolben und Leitungsrohr darstellt. Wir erhalten somit in der Bewegung des Wassers in dem Leitungsrohr das Bild eines Wechselstroms. Denken wir uns auf derselben Achse noch zwei weitere gleich grosse Kurbeln *k*<sub>1</sub>, *k*<sub>2</sub> befestigt, und nehmen wir an, dass eine jede derselben in der oben beschriebenen Weise, mittelst Kurbelschleife, Kolbenstange und Pumpe Wasser in je einer Rohrleitung hin und her bewege und diese drei Rohrleitungen in dasselbe oben erwähnte Gefäß hineinmünden, so wird das Wasser in diesem Gefäß dennoch keine Niveauschwankungen erfahren, vorausgesetzt, dass die drei Kolben gleiche Querschnitte besitzen. Denn bezeichnen wir mit *V*<sub>I</sub>, *V*<sub>II</sub>, *V*<sub>III</sub> die jeweilige und gleichzeitige Geschwindigkeit des Wassers in den drei Röhren und setzen wir  $\frac{Q}{q} \cdot v = C$ , so haben wir

$$V_I = C \cdot \sin \alpha,$$

$$V_{II} = C \cdot \sin (120 + \alpha),$$

$$V_{III} = C \cdot \sin (240 + \alpha).$$

Addieren wir diese drei Gleichungen, so erhalten wir

$$V_I + V_{II} + V_{III} = C \cdot (\sin \alpha) + \sin (120 + \alpha) + \sin (240 + \alpha).$$

Da aber nach einem trigonometrischen Satze

$$\sin \alpha + \sin (120 + \alpha) + \sin (240 + \alpha) = 0 \text{ ist,}$$

so folgt

$$V_I + V_{II} + V_{III} = 0,$$

d. h. die Summe der in jedem Momente dem Gefässe zu- und von ihm abfließenden Wassermengen ist 0, und der Wasserspiegel muss somit constant bleiben. Um die Bewegung und die Geschwindigkeitsänderung des Wassers in den drei Leitungen sowie das Constantbleiben des Niveaus im Reservoir einem grösseren Zuhörerkreise zu veranschaulichen, habe ich folgenden Apparat construiert<sup>1)</sup>.

Fig. 3.

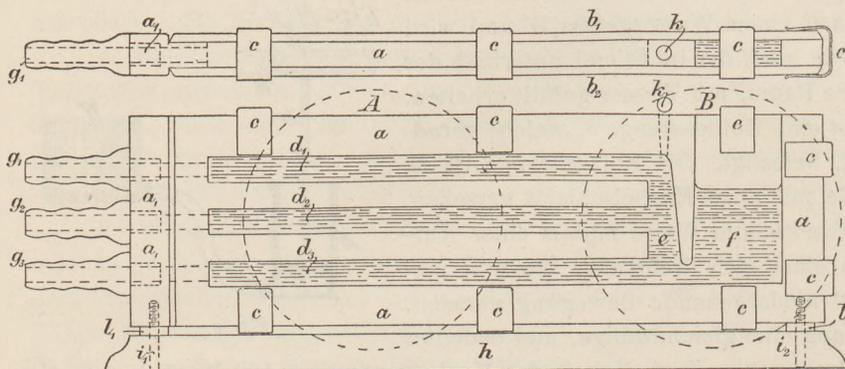


Fig. 2.

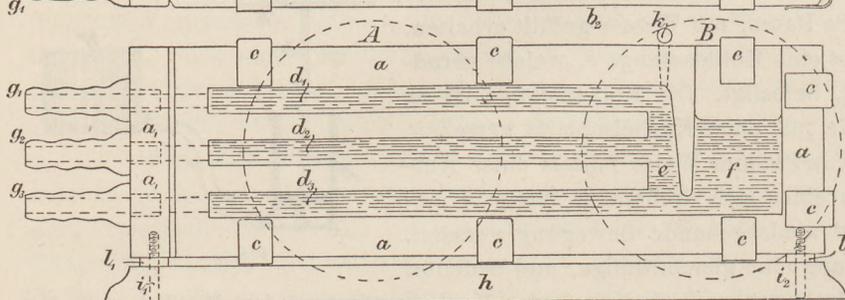
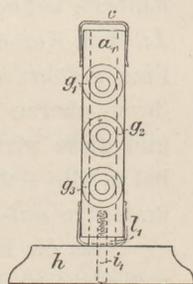


Fig. 4.



$a$ ,  $a$  sei eine Zinkplatte (Fig. 2 Ansicht von vorne, Fig. 3 Ansicht von oben, Fig. 4 Ansicht von der Seite) von ca. 1 cm Dicke, welche durch die Aussparungen  $d_1 d_2 d_3 e f$  durchbrochen ist. Das hintere Ende der Zinkplatte besitzt eine Verstärkung  $a_1$ , in welcher die Schlauchansatzstücke  $g_1 g_2 g_3$  eingesetzt sind. Die Bohrungen dieser Ansätze sind durch das Zink hindurch verlängert, bis sie in die Aussparungen  $d_1 d_2$  resp.  $d_3$  einmünden. Zu beiden Seiten der Zinkplatte sind Glasplatten  $b_1 b_2$  (Fig. 3) mit Canadabalsam befestigt und werden ausserdem noch durch die federnden Messingklammern  $c, c$  gegen die Zinkplatte angepresst<sup>2)</sup>. Hierdurch werden aus den Aussparungen  $d_1 d_2 d_3$  und  $e$  Kanäle und aus  $f$  ein Reservoir gebildet. Soll der Apparat benutzt werden, so verbindet man die drei Schlauchansätze  $g_1 g_2 g_3$  durch Schläuche mit den drei Pumpen<sup>3)</sup> des oben beschriebenen Pumpensystems und füllt durch das Reservoir  $f$  Wasser in den Apparat ein, wobei man unter Lüftung des Stöpsels  $k$  die in den Pumpenschläuchen vorhandene Luft sorgfältig entfernt. Hierauf setzt man

<sup>1)</sup> Der Apparat wird von der Firma Störer & Sohn in Leipzig nach meinen Angaben hergestellt. Der Preis beträgt je nach Ausführung ohne Pumpwerk ca. 50 M., für das Pumpwerk ca. 30 M.

<sup>2)</sup> Ich habe zum Auskiten der Glasplatten deswegen Canadabalsam gewählt, weil man durch geringes Erwärmen, namentlich bei schwach gekochtem Balsam, die Platten leicht zum Zweck der Reinigung abnehmen kann. Dagegen besitzt ein solcher Balsam, namentlich wenn mit elektrischen Licht experimentiert wird, durch dessen Wärme er leicht erweicht, nicht die nötige Bindekraft um die Glasplatten festzuhalten, weshalb die Klammern  $c$  die eigentlichen Befestigungsmittel sind, während der Canadabalsam eigentlich nur die Abdichtung zu besorgen hat.

<sup>3)</sup> Kolben mit Pleuelstangen sind nicht verwendbar; auch dürfen die Kurbelzapfen der Kurbelschleifen nur einen sehr geringen Durchmesser haben, da sonst, wie eine einfache mathematische Überlegung sofort zeigt, die Kolbenbewegung nicht nach dem reinen Sinusgesetz vor sich geht, wodurch das ganze Experiment wesentlich gestört wird.

dem Wasser etwas Lycopodiumsamen, Sägespähne oder am besten gestossenen Glimmer, sogenanntes Christbaumeis, oder dergl. zu, um durch die hierdurch entstehende Trübung des Wassers dessen Bewegung sichtbar zu machen. Endlich verschliesst man durch den Stöpsel  $k$  die zugehörige Luftöffnung und dreht langsam und gleichmässig die Kurbelwelle der Pumpe, wodurch das Wasser in den Kanälen  $d_1$   $d_2$   $d_3$  dem Sinusgesetz entsprechend hin- und herfliessen und durch den Kanal  $e$  sich von und nach den verschiedenen Kanälen ergiessen wird. Man sieht dann ganz deutlich, wie z. B. in einem Momente durch  $d_1$  Wasser ankommt und durch  $d_2$  und  $d_3$  zu gleichen Teilen abfliesst. Im nächsten Augenblick strömt das ganze Wasser von  $d_1$  nach  $d_3$  und in  $d_2$  ist Ruhe eingetreten. Im nächsten Moment beginnt  $d_3$  wieder Wasser zu geben; dann tritt in  $d_1$  Ruhe ein u. s. w., kurz in dem Kanal  $e$  sieht man an den wirbelartigen Bewegungen des Wassers, welches in jedem Augenblick seine Strömungsrichtung ändert, den ganzen Vorgang beim Zusammentreffen der drei Wechselströme sich abspielen, während trotz der wilden Bewegung in diesem Teil das Niveau in  $f$  constant bleibt. Freilich ist dieses Constantbleiben *in praxi* nicht allzu haarscharf zu nehmen, denn die Elastizität der Gummischläuche, welche bei Druck sich momentan etwas erweitern und beim Ansaugen etwas zusammenfallen, macht sich immerhin zusammen mit den übrigen kleinen konstruktiven Ungenauigkeiten des Apparates ein wenig bemerkbar, namentlich bei einem schnelleren Drehen der Kurbelwelle, so dass eine tänzelnde Auf- und Abbewegung des Niveaus in  $f$  bemerkbar wird, doch ist diese so unbedeutend, dass der Gesamteindruck nicht gestört wird.

Will man die Erscheinung einer grösseren Zahl von Zuhörern veranschaulichen, so stellt man den Apparat so auf das Tischchen des Skioptikons, dass erst einmal der vom Kreise  $A$  eingeschlossene Teil des Apparates in das Gesichtsfeld kommt; hierauf wird der Apparat so verschoben, dass der vom Kreise  $B$  begrenzte Teil auf der Leinwand projiziert erscheint. Bei der Stellung  $A$  erkennen die Zuschauer den Vorgang in den drei Leitungen, bei Stellung  $B$  das Überspielen der Ströme zwischen den Leitungen und die Thatsache, dass die Summe der zu- und abfliessenden Elektrizitäten gleich 0 ist.

Die Wirkungsweise des Apparates ist eine überaus klare und der Effekt kann gradezu als überraschend bezeichnet werden.

## Eine einfache Reibungs-Elektrisiermaschine.

Von

K. W. Dubrowsky in St. Petersburg.

(Deutsch von B. J. Kolbe.)

Die im folgenden beschriebene Reibungs-Elektrisiermaschine ist eigentlich für Volksschulen bestimmt und daher von einfachster und dabei fester Konstruktion, doch kann sie ihrer sicheren Wirkung und ihres niedrigen Preises wegen auch solchen Mittelschulen empfohlen werden, deren Budget ein beschränktes ist. Auch eignet sie sich der leichten Herstellbarkeit wegen vortrefflich zur Anfertigung für Schüler.

Mit der Grundplatte ( $B$  Fig. 1) von 38 cm Länge, 19 cm Breite und 1 cm Dicke ist der Kasten ( $K$ ) fest verbunden. Die ebenfalls 1 cm dicken Bretter des Kastens haben eine Höhe von 20 cm. Die eine Seitenwand hat vor dem Zusammenleimen eine 8 mm tiefe Bohrung von ca. 1 cm Durchmesser erhalten (bei  $o$  Fig. 2), zur Aufnahme der Achse. Diese besteht aus einem Holzcyylinder ( $Z$  Fig. 2), dessen eine Hälfte dünner

abgedreht und mit einem Gewinde versehen ist, auf welches die hölzerne Mutter ( $m$ ) passt. Diese dient dazu, die Ebonitscheibe ( $S$ ) von 30–36 cm Durchmesser und 2 mm Dicke zu halten. Das Ende der Holzschraube ist 1 cm weit cylindrisch abgedreht und passt in die Öffnung (bei  $o$ ). An dem dickeren Ende hat die Achse einen cylindrischen Hals von 1 cm Dicke und ist am vorspringenden Ende vierkantig zugeschnitten, damit die Kurbel einen sicheren Halt hat. An der Stelle der Kastenwand, wo der Hals der Achse zu liegen kommt, ist ein Stück ( $a$ ) von 11 cm Länge und  $2\frac{1}{2}$  cm Höhe ausgesägt. In die Kastenwand und in das Einsatzstück ist eine halbrunde Vertiefung zur Aufnahme des Achsenhalses angebracht. Das Einsatzstück ( $a$ ) wird durch zwei Schrauben befestigt.

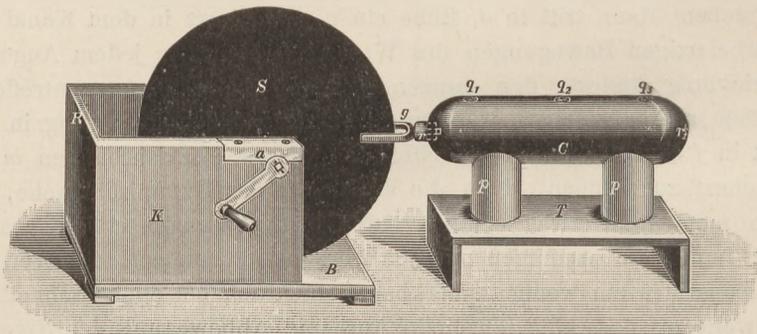


Fig. 1.

Ein Reibzeug hat die Maschine nicht, sondern während man mit der rechten Hand die Kurbel dreht, drückt man mit der Linken ein Stück Fell an die rotierende Scheibe, indem man die Hand auf den Rand des Kastens (bei  $R$ ) stützt. Dieses gewährt den Vorteil, dass man den Druck nach Gefühl regulieren kann; auch wird die Elektrizität des Reibzeuges sicher abgeleitet.

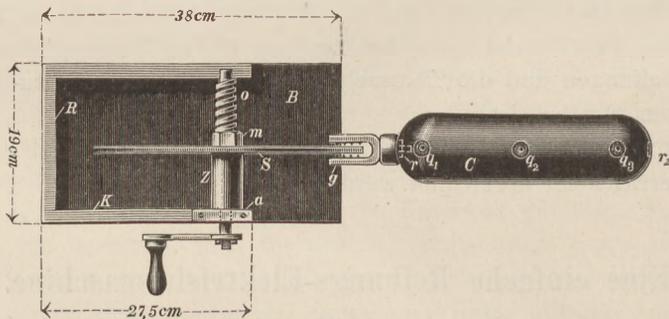


Fig. 2.

Der Konduktor ( $C$ ) ist auf einem besonderen Bänkehen ( $T$  Fig. 1) angebracht, um den Apparat handlicher zu machen und bequemer in einem Schranke unterbringen zu können. Auch gewährt diese Konstruktion manche Bequemlichkeit (s. w. u.). Der Konduktor besteht aus einem bronzierten massiven Holzcyliner von 33 cm Länge und 9 cm Dicke, mit abgerundeten Enden. An den beiden Enden ( $r$ ) und oben sind durchbohrte Korke eingesetzt. Erstere dienen zur Aufnahme der Gabel ( $g$ ) mit den Saugspitzen, resp. (bei  $r_2$ ) zum Einstellen einer kleinen Kugel, die an einem starken Draht befestigt ist. Die oberen Korke dienen zum Einstellen eines Stabes mit Papierbüscheln, eines einfachen Quadrant-Elektrometers u. dergl.

Die Ständer des Konduktors werden aus zwei Paraffincylindern (8 cm hoch und ebenso dick) gebildet, welche unten eben und oben der Krümmung des Konduktors

entsprechend ausgehöhlt sind (*p*, Fig. 1). Es empfiehlt sich, diese Paraffincylinder beim Nichtgebrauch in einem Kästchen aufzubewahren, um sie vor Staub zu schützen.

Da die Achse der rotierenden Scheibe einerseits mit dem Ende an der Kastwand, andererseits durch das cylindrische Stück (*Z* Fig. 2) eine Stütze hat, so schlottert sie gar nicht und geht weit leichter, als die gebräuchlichen Maschinen mit Glasscheibe und amalgamiertem Lederkissen, da bei diesen eine bedeutend stärkere Reibung erforderlich ist. Meine Maschine gab in diesem Herbst, nachdem sie den ganzen Sommer über unbenutzt gestanden hatte, in einem ungeheizten Zimmer, bei feuchter Witterung, Funken von 3—3½ cm Länge.

Entfernt man die Gabel vom Konduktor, so kann man die elektrische Influenz nachweisen, indem man in die oberen Korken Bleiröhrchen mit beweglichen Papierblättchen einsetzt. Auch kann der Cylinder benutzt werden, um die Verteilung der elektrischen Dichte zu demonstrieren.

Es ist, abgesehen vom Kostenpunkte, nicht ratsam, eine dickere Ebonitscheibe zu nehmen, da nach meiner Erfahrung die Biegsamkeit der Scheibe die Leistungsfähigkeit wesentlich erhöht.

## Über Demonstrationsthermometer.

Von

**U. Behn.**

(Aus dem Physikalischen Institut der Universität Berlin.)

Thermometrische Messungen vor einem grösseren Zuhörerkreis in derselben Weise anzustellen, wie im Laboratorium, ist nicht wohl thunlich, da bei der Kleinheit der gebräuchlichen Thermometer der Verlauf der Messung von ferner Sitzenden nicht verfolgt werden kann. Um letzteres zu ermöglichen, hat man verschiedene Wege eingeschlagen.

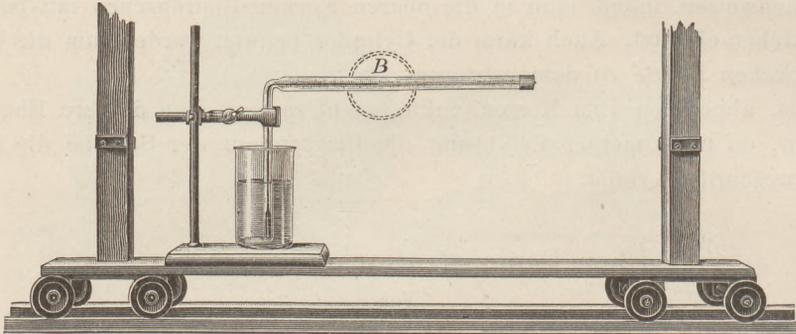
Der nächstliegende Gedanke war wohl der, grössere Thermometer zu verwenden. Aber auch hier, wie in manchen andern Fällen, wo die Vergrösserung eines Demonstrationsinstrumentes wünschenswert wird, ist dieselbe nur unter Herabsetzung seiner Brauchbarkeit möglich. Bei Vergrösserung des Thermometers wächst seine Wärmecapazität; abgesehen davon, dass die von dem Thermometer aufgenommene bzw. abgegebene Wärmemenge eventuell nicht mehr zu vernachlässigen ist, nimmt es die Temperatur seiner Umgebung nur sehr langsam an. Und dies ist besonders deshalb von grossem Nachteil, weil fast alle Experimente, in denen thermometrische Messungen vorkommen, wegen des Wärmeaustausches mit der Umgebung möglichst schnell ausgeführt werden müssen.

Bei Demonstrationsthermometern, bei denen die Ausdehnung fester Körper benutzt wird, lässt sich die durch die Temperaturänderung hervorgerufene Bewegung in bekannter Weise auf einen sich drehenden Zeiger übertragen; das Übersetzungsverhältnis kann hier leicht so eingerichtet werden, dass man hinreichend grosse Ausschläge erhält. Jedoch werden Messungen, mit einem derartigen Instrumente ausgeführt, keinen Anspruch auf Genauigkeit machen können, da die Reibung die Einstellung des Zeigers unsicher macht. Dasselbe gilt — wie schon der Name besagt — von dem für qualitative Versuche vielseitig verwendbaren Aneroidthermoskop<sup>1)</sup>. Die Anwendung von Thermoelementen endlich ist umständlich und erfordert eine

<sup>1)</sup> G. Karsten, das Aneroidthermoskop, ein neues Demonstrationsinstrument. Schrift. d. naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein, Band 8, S. 17, vgl. d. Zeitschr. III 141.

besondere Erklärung derselben; auch wird man so indirekte Methoden beim Unterricht nur dann benutzen, wenn sie nicht zu vermeiden sind.

So bleibt für thermometrische Demonstrationen nur die Projektion von Thermometern mit durchsichtiger Skala. Ein Projektionsapparat findet beim Physikunterricht eine so vielseitige Verwendung, dass die Beschaffung eines solchen, wo er noch nicht vorhanden sein sollte, schon aus anderen Gründen sehr wünschenswert ist. Selten freilich wird das Gesichtsfeld gross genug sein, um die Projektion der ganzen Thermometerskala zu erlauben. Das ist nun aber auch garnicht erforderlich, wenn man eine Anordnung verwendet, die seit vielen Jahren von Herrn Professor Warburg zu Demonstrationszwecken benutzt wird.



Ein rechtwinkelig gebogenes Quecksilberthermometer (s. Fig.) wird zusammen mit dem Objekt, dessen Temperatur zu messen ist, auf einem auf Rädern laufenden Gestell so angebracht, dass die horizontal gerichtete Skala das Gesichtsfeld des Projektionsapparates (von dem nur die Beleuchtungslinse *B* in der Figur angedeutet ist) durchschneidet. Verändert sich nun der Stand des Thermometers, so hat man nur den Wagen entsprechend zu verschieben, wobei das Bild immer scharf bleibt, vorausgesetzt nur, dass sich das Gestell senkrecht zur Projektionsrichtung bewegt. Man braucht das Zimmer dabei natürlich nur wenig oder garnicht zu verdunkeln, sodass die Manipulationen des Experimentators sichtbar bleiben.

Das erwähnte Gestell ist ein auch sonst beim Physikunterricht nützlicher Apparat; für Versuche, die eine sichere Führung des Wagens erfordern, ist es empfehlenswert, denselben auf Schienen laufen zu lassen.

Thermometer der beschriebenen Art werden von Carl Kramer in Freiburg i. B. angefertigt. Die Teilung reicht von  $-22^{\circ}$  bis  $+110^{\circ}$  und erlaubt Zehntelgrade zu schätzen.

## Vereinfachung der Huygensschen Konstruktion für die Reflexion und Brechung der Lichtwellen.

Von

Prof. P. Siłow in Warschau.

HUYGENS hat eine bekannte Konstruktion für die Reflexion und Brechung der ebenen Wellen an einer ebenen Grenzfläche gegeben. In letzter Zeit ist diese Konstruktion durch S. THOMPSON und später durch W. KÖNIG (diese Zeitschr. VIII, S. 260) erweitert und auf kugelförmige Wellen und sphärische Grenzflächen angewandt worden. Bei der Bearbeitung meines in russischer Sprache erschienenen Handbuches der Physik, habe ich — veranlasst durch die oben citierte Abhandlung von Herrn KÖNIG — die ursprüngliche Konstruktion von HUYGENS vereinfacht, wie in folgendem auseinandergesetzt werden soll.

Zwei durchsichtige Mittel seien durch eine (zur Zeichnungsebene senkrechte) Grenz-ebene  $MN$  (Fig. 1) getrennt; auf diese falle die ebene Welle  $\Sigma$  (auch senkrecht zu derselben Zeichnungsebene). Wenn die Punkte der Grenz-ebene von der Welle getroffen werden, schicken sie Schwingungen nach allen Richtungen in die beiden Mittel; diese Schwingungen bilden die reflektierte, wie auch die gebrochene Welle.

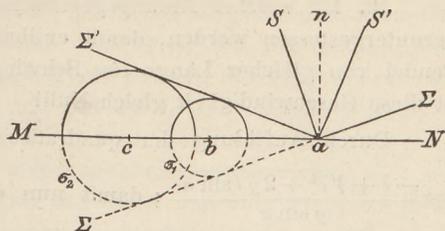


Fig. 1.

Verfolgen wir zuerst die reflektierte Welle. Es besitzt in einem gegebenen Augenblick die einfallende Welle die Lage  $\Sigma\Sigma$ , wenn keine reflektierende Ebene vorhanden wäre; der Spiegel  $MN$  reflektiert aber die Schwingungen und bildet die Welle  $\Sigma'$ . Diese beiden Wellen können wir — nach dem Huygensschen Prinzip — ansehen als die gemeinsamen Berührungsebenen aller kugelförmigen Elementarwellen  $\sigma_1 \sigma_2, \dots$ , welche von den Punkten  $b, c, \dots$  der Grenzebene ausgehen; dabei bildet die untere Berührungsebene die einfallende Welle  $\Sigma$  (oder ihre Verlängerung jenseits des Spiegels), die obere Berührungsebene — die reflektierte Welle  $\Sigma'$ . Da unsere einfallende Welle eine Ebene ist, soll die reflektierte Welle auch eine Ebene sein, welche dieselben kugelförmigen Elementarwellen berührt. Aus der Construction folgt unmittelbar, dass die einfallende Welle  $\Sigma$ , und die reflektierte  $\Sigma'$  gleichgeneigt sind zur spiegelnden Ebene  $MN$ ; da die Wellenebenen  $\Sigma$  und  $\Sigma'$  senkrecht zur Zeichnungsebene sind, so liegen die Normalen  $as$  und  $as'$  dieser Wellen, d. h. der einfallende und der reflektierte Strahl in einer Ebene mit dem Einfallslot  $an$ , und der Reflexionswinkel ist gleich dem Einfallswinkel.

Gehen wir jetzt zur Brechung über. Gesetzt, die einfallende Welle habe die Lage  $\Sigma\Sigma$  (Fig. 2), wenn keine Grenzfläche vorhanden wäre; nehmen wir aber an, dass unter der Grenzebene  $MN$  ein anderes Mittel vorhanden ist, in welchem die Schwingungen eine andere Fortpflanzungsgeschwindigkeit ( $V_2$ ) besitzen, als oberhalb ( $V_1$ ), und bilden deswegen die Welle  $\Sigma''$ . Diese beiden Wellen können als gemeinsame Berührungsebene aller kugelförmigen Elementarwellen, welche von den Punkten  $b, c, \dots$  ausgehen, angesehen werden. Die Berührungfläche der elementaren Wellen  $\sigma_1, \sigma_2, \dots$ , welche sich mit der (dem oberen Mittel entsprechenden) Geschwindigkeit  $V_1$  fortpflanzen, bildet die einfallende Welle  $\Sigma$  (oder ihre Verlängerung in das untere Mittel) und die Berührungsfläche der elementaren Wellen  $\sigma'_1, \sigma''_2, \dots$ , welche sich mit der Geschwindigkeit  $V_2$  fortpflanzen, bildet die gebrochene Welle  $\Sigma''$ . Da aber die einfallende Welle eine ebene ist, so muss die gebrochene auch eine ebene sein; da ferner die Durchmesser der Kugeln  $\sigma'_1, \sigma'_2, \dots V_2/V_1$ -mal grösser sind, als die Durchmesser der entsprechenden Kugeln  $\sigma_1, \sigma_2, \dots$ , so ist:

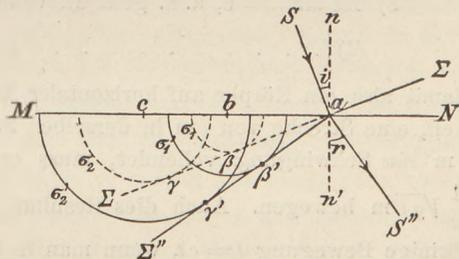


Fig. 2.

$$c\gamma : c\gamma' = V_1 : V_2.$$

Bezeichnen wir mit  $i$  und  $r$  die Winkel, welche die einfallende und gebrochene Welle mit der Grenzebene machen, so sieht man aus den Dreiecken  $ac\gamma$  und  $ac\gamma'$ , dass  $c\gamma = ac \cdot \sin i$  und  $c\gamma' = ac \cdot \sin r$ , woraus

$$c\gamma : c\gamma' = \sin i : \sin r.$$

Diese beiden Gleichungen geben uns das Brechungsverhältnis:

$$v = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2}.$$

Da  $\Sigma$  und  $\Sigma''$  senkrecht zur Zeichnungsebene sind, so liegen die Wellennormalen  $as$  und  $as''$ , d. h. der einfallende und gebrochene Strahl in einer Ebene mit dem Einfallslot  $nn'$  und bilden mit demselben die Winkel  $i$  und  $r$ .

### Physikalische Aufgaben.

10. Mit welcher Anfangsgeschwindigkeit muss ein Körper auf einer schiefen Ebene heruntergestossen werden, damit er ihre Länge  $l$  in derselben Zeit durchläuft, in der ein Pendel von gleicher Länge *eine* Schwingung vollendet, und bei welchem Neigungswinkel ist diese Geschwindigkeit gleich Null?

Durch Auflösung der quadratischen Gleichung  $l = ct + \frac{g}{2} \sin \alpha \cdot t^2$  erhält man  $t = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 2gl \sin \alpha}}{g \sin \alpha}$ ; damit nun dieser Ausdruck  $= \pi \sqrt{l/g}$  werde, muss, wie sich nach einigen leichteren Rechnungen ergibt,

$$(1) \dots \dots \dots c = \frac{2 - \pi^2 \sin \alpha}{2\pi} \sqrt{gl} \text{ sein.}$$

Soll ferner in dieser Formel  $c = 0$  werden, so muss der Faktor  $2 - \pi^2 \sin \alpha = 0$  sein, woraus folgt

$$(2) \dots \dots \dots \sin \alpha = 2/\pi^2; \alpha = 11^\circ 41' 29'' = 11,685^\circ,$$

d. h. auf einer schiefen Ebene von dem Neigungswinkel  $11,7^\circ$  durchläuft ein Körper irgend eine Strecke dieser Ebene in derselben Zeit, in der ein Pendel von der Länge der durchlaufenen Strecke *eine* Schwingung vollendet.

Aus Formel (1) lässt sich noch eine ganze Reihe hübscher Folgerungen entwickeln:

a) Ist das Pendel ein Sekundenpendel, ist also  $l = g/\pi^2$ , so wird

$$(3) \dots \dots \dots c = \frac{2 - \pi^2 \sin \alpha}{2\pi^2} \cdot g,$$

welchen Wert man auch direkt aus der Formel für die schiefe Ebene  $l = ct + \frac{g}{2} \sin \alpha \cdot t^2$  erhalten kann, wenn man in ihr  $t = 1$  und  $l = g/\pi^2$  setzt.

b) Ist  $\sin \alpha = 0$ , d. h. geht die schiefe in die horizontale Ebene über, so wird

$$(4) \dots \dots \dots c = \frac{1}{\pi} \sqrt{gl};$$

damit also ein Körper auf horizontaler Ebene, also auch mit gleichförmiger Geschwindigkeit, eine Strecke von  $l$  m in derselben Zeit zurücklegt, in der ein Pendel von der Länge  $l$  m *eine* Schwingung vollendet, muss er sich mit einer constanten Geschwindigkeit von  $\frac{1}{\pi} \sqrt{gl}$  m bewegen. Auch dies Resultat erhält man direkt aus der Formel für die gleichförmige Bewegung  $l = ct$ , wenn man in ihr  $t = \pi \sqrt{l/g}$  setzt.

c) Aus der Formel (1) folgt unmittelbar, dass  $c$  eine positive Grösse ist, so lange  $\sin \alpha < 2/\pi^2$  bleibt; wird  $\sin \alpha = 2/\pi^2$ , so wird, wie in Formel (2) abgeleitet ist,  $c = 0$ , und ist endlich  $\sin \alpha > 2/\pi^2$ , also  $\alpha > 11,7^\circ$ , so nimmt  $c$  einen negativen Wert an, d. h. der Körper muss auf der schiefen Ebene nicht herunter-, sondern hinaufgestossen werden; dies tritt z. B. für den senkrechten Wurf ein. Bei ihm ist  $\sin \alpha = 1$ , und es wird

$$(5) \dots \dots \dots c = \frac{2 - \pi^2}{2\pi} \sqrt{gl}.$$

Dieser Ausdruck ist, wie verlangt, negativ. Damit also ein senkrecht in die Höhe geworfener Körper die Strecke  $l$  in derselben Zeit zurücklegt, in der ein Pendel von der Länge  $l$  *eine* Schwingung vollendet, muss er mit einer Anfangsgeschwindigkeit von  $\frac{\pi^2 - 2}{2\pi} \sqrt{gl}$  m in die Höhe geworfen werden.

Man sollte nun auf den ersten Blick meinen, dass man, ebenso wie es bei unter den a) und b) gegebenen Folgerungen der Fall war, auch hier den in Formel (5) angegebenen Wert direkt aus der Gleichung für den senkrechten Wurf  $l = ct - \frac{g}{2} t^2$  erhalten müsste, wenn man in ihr wieder  $t = \pi \sqrt{l/g}$  setzt. Führt man die Rechnung aber durch, so erhält man nicht den in (5) berechneten Wert, sondern es wird

$$(6) \dots \dots \dots c = \frac{2 + \pi^2}{2\pi} \sqrt{gl}.$$

Die Formeln (5) und (6) ergeben also zwei ganz verschiedene Werte von  $c$ . Gelöst wird dieser scheinbare Widerspruch durch folgende Überlegung.

Bei der Ableitung der Formel (6) wird der tiefste Punkt als Ausgangspunkt der Bewegung angesehen und daher die Richtung von unten nach oben, also die Richtung der durch die Anfangsgeschwindigkeit bewirkten Bewegung als positive Richtung genommen. Dieser Bewegung wirkt die Schwerkraft entgegen, und die durch sie bewirkte Bewegung erhält daher das negative Vorzeichen, welches seiner Grundbedeutung nach ja gerade eine Richtungsverschiedenheit ausdrückt. Bei unserer ursprünglichen Aufgabe aber war der *höchste* Punkt als Ausgangspunkt der Bewegung gewählt und daher von vornherein die Richtung von oben nach unten als positive Richtung festgesetzt. Die Schwerkraft erscheint hier als eine in der positiven Richtung wirkende Kraft. Ihr wirkt jetzt die durch die Anfangsgeschwindigkeit hervorgerufene Bewegung entgegen, und diese muss jetzt das negative Zeichen erhalten. Wir müssen hier also die Form  $l = -ct + \frac{g}{2}t^2$  wählen, und setzt man in dieser Formel  $t = \pi\sqrt{l/g}$ , so erhält man in der That den in (5) angegebenen Wert, mit Berücksichtigung, dass der Wert von (5) selbst in negativer Form gegeben ist.

Die Gleichung für den senkrechten Wurf lautet demnach nicht in allen Fällen  $s = ct - \frac{g}{2}t^2$ , sondern muss unter Umständen die Form  $s = -ct + \frac{g}{2}t^2$  oder  $-s = ct - \frac{g}{2}t^2$  annehmen, je nachdem die durch die Anfangsgeschwindigkeit oder die durch die Schwerkraft bewirkte Bewegung als ursprüngliche Bewegung angesehen wird.

Schliesslich bleibt noch die Frage zu beantworten, welche Bedeutung der durch Formel (6) berechnete Wert von  $c$  besitzt. Erinnern wir uns daran, dass wir bei der Ableitung dieser Formel den tiefsten, bei unserer ursprünglichen Aufgabe aber den höchsten Punkt zum Ausgangspunkt der Bewegung gewählt haben, so ergibt sich folgender Unterschied. Soll ein Körper von einem Punkte  $A$  mit einer solchen Anfangsgeschwindigkeit senkrecht in die Höhe geworfen werden, dass er einen höher gelegenen Punkt  $B$  in derselben Zeit erreicht, in der ein Pendel von der Länge  $AB$  eine Schwingung vollendet, so muss ihm die Anfangsgeschwindigkeit  $c = \frac{\pi^2 + 2}{2\pi} \sqrt{gl}$  erteilt werden. Wird jedoch ein Körper von einem höher gelegenen Punkte  $B$  aus mit der Anfangsgeschwindigkeit  $\frac{\pi^2 - 2}{2\pi} \sqrt{gl}$  senkrecht in die Höhe geworfen, so erreicht er von  $B$  aus einen noch höher gelegenen Punkt  $C$ , fällt von  $C$  über  $B$  nach dem tiefsten Punkte  $A$  und gebraucht zu dieser ganzen Bewegung von  $B$  nach  $C$  und von  $C$  über  $B$  nach  $A$  dieselbe Zeit, in der ein Pendel von der Länge  $AB$  eine Schwingung vollendet.

Selbstverständlich findet diese Betrachtung auch Anwendung auf alle diejenigen schiefen Ebenen, deren Neigungswinkel  $> 11,7^\circ$  ist. Man sieht aber auch an diesem Beispiele wieder, wie vorsichtig man in der Physik bei der Einführung negativer Grössen sein muss.

G. Leonhardt, Dessau.

11. Am Äquator schießt Jemand in irgend einer Himmelsrichtung (sie bilde mit dem Äquator den Winkel  $\delta$ ) eine Kugel horizontal ab. Es sei vorausgesetzt, dass die Luft der Kugel keinen Widerstand leistet und dass die Kugel nicht sinken kann, d. h. stets in demselben Abstand vom Mittelpunkt der Erde bleibt. Welche Bahn beschreibt die Kugel auf der Erdoberfläche?

Die Geschwindigkeit der Erde am Äquator sei  $v_1$ , die Geschwindigkeit der Kugel durch den Schuss sei  $u$ ; die absolute Geschwindigkeit  $v_2$  der Kugel ist also  $v_2^2 = v_1^2 + u^2 + 2v_1u \cos \delta$ . Der Winkel  $\epsilon$ , den die absolute Bewegung der Kugel mit dem Äquator bildet, ist gegeben durch  $\sin \epsilon : \sin \delta = u : v_2$ .

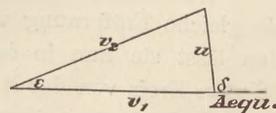


Fig. 1.

Die absolute Bahn der Kugel ist ein grösster Kreis, der mit dem Äquator einen Winkel  $\epsilon$  bildet, und der von der Kugel mit der Geschwindigkeit  $v_2$  durchlaufen wird.

Die Kugel wird daher über dem Äquator in der Luft oscillieren, und zwar zwischen den Grenzen  $q = \pm \epsilon$  (wobei  $q$  die geographische Breite bedeutet). Die Dauer einer Doppel-

schwingung ist  $2r\pi/v_2$ , wenn  $r$  den Erdradius bedeutet. Die Kugel kehrt zum Äquator zurück in der Zeit  $t=r\pi/v_2$  und zwar in der absoluten Entfernung  $r\pi$  vom absoluten Abschussorte. In derselben Zeit hat der relative Abschussort (d. i. der betreffende Punkt der Erdoberfläche) den Weg  $v_1 t=r\pi v_1/v_2$  am Äquator zurückgelegt. Die Kugel schneidet also den Äquator in der auf der Erde gemessenen Entfernung vom relativen Abschussort:

$$r\pi - r\pi \frac{v_1}{v_2} = r\pi \left( \frac{v_2 - v_1}{v_2} \right).$$

Wenn also die Kugel nach Norden mit einer leicht berechenbaren Kurvenneigung nach Westen abgeschossen wird, sodass  $v_1=v_2$  wird, dann oscilliert die Kugel über dem Abschussort und zwar, wie wir gleich sehen werden, in Form einer Acht (8).

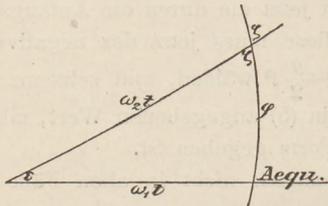


Fig. 2.

Wenn  $\omega_1$  die Winkelgeschwindigkeit der Erde,  $\omega_2$  die Winkelgeschwindigkeit der absoluten Bewegung der Kugel ist, dann ist die geographische Breite  $\varphi$  der Kugel in jedem Momente:

$$\sin \varphi = \sin \epsilon \sin \omega_2 t.$$

Die vom absoluten Abschussort gemessene geographische Länge  $\lambda$  der Kugel ist

$$\text{tg } \lambda = \cos \epsilon \text{ tg } \omega_2 t.$$

Die absolute Länge der Kugel ist aber die Summe der absoluten Länge  $\omega_1 t$  des Abschussortes der Erde und der relativen (auf die Erde bezogenen) Länge  $L$  der Kugel, d. h.  $\lambda = \omega_1 t + L$ . (Für die relative Länge  $L$  der Kugel gilt also unmittelbar

$$\text{tg } (\omega_1 t + L) = \cos \epsilon \text{ tg } \omega_2 t$$

oder einfacher  $L = \lambda - \omega_1 t$ ).

Der Winkel  $\zeta$ , den die absolute Kugelbahn in irgend einem Momente mit einem Meridian bildet, ist

$$\text{tg } \zeta = \frac{1}{\cos \omega_2 t \text{ tg } \epsilon} \text{ oder } \sin \zeta = \frac{\cos \epsilon}{\cos \varphi} \text{ oder } \cos \zeta = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg } \omega_2 t}.$$

Wir wollen nun den Punkt bestimmen, wo die Kugel auf der Erde längs eines Meridians in nord-südlicher Richtung fliegt, wo also die äquatoreale Geschwindigkeit der Kugel gleich ist der Geschwindigkeit der Erde in der betreffenden Breite. Es muss dann gelten

$$r \omega_2 \sin \zeta = r \omega_1 \cos \varphi \text{ oder } \omega_2 \sin \zeta = \omega_1 \cos \varphi.$$

Wenn wir hier den Wert von  $\sin \zeta$  einsetzen, erhalten wir

$$\cos^2 \varphi = \frac{\omega_2}{\omega_1} \cos \epsilon.$$

Dies ist die geographische Breite, in der die Kugel auf der Erdoberfläche meridional läuft. In kleinerer Breite bleibt die Kugel gegen die Erde zurück, d. h. hat eine Neigung gegen Westen; in grösserer Breite eilt die Kugel der Erde vor, d. h. hat eine Neigung nach Osten. Aus dieser Gleichung folgt die oben erwähnte Achter-Form. Die Kugel hat einen Moment lang genau östliche Bewegung, wenn auch  $\varphi = \epsilon$  ist, denn dann hat die Kugel die höchstmögliche Breite erreicht und beginnt wieder dem Äquator sich zu nähern. Dann ist

$$\cos \epsilon = \cos \varphi = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

Wir können hier die Frage umkehren: Eine Kugel kann nicht fallen, sondern behält die gleiche Entfernung vom Erdmittelpunkt, und die Luft leistet ihr keinen Widerstand. Man lässt sie nun in der Breite  $\varphi$  los. Sie wird infolge ihrer Trägheit absolut einen grössten Kreis von der Neigung  $\epsilon = \varphi$  mit constanter Geschwindigkeit  $\omega_2$  durchlaufen. Von der Erde beobachtet, bewegt sie sich zunächst nach Süden, lenkt nach Westen ab; ihre Geschwindigkeit wächst; sie schneidet den Äquator und legt auf der südlichen Hemisphäre denselben Weg umgekehrt zurück. Der Äquator wird, wie man leicht berechnet, mit der relativen Geschwindigkeit  $u = \omega_1 \sin \varphi$  passiert unter dem Winkel  $\delta = 90^\circ - \varphi$ .

Wenn die Kugel der Schwere unterworfen ist, und man lässt sie in einen Schacht fallen, dann bleibt sie absolut ebenfalls in einer Ebene, die den Äquator unter dem

Winkel  $\gamma$  schneidet. Sie muss also im Fallen nicht nur das bekannte Vorseilen nach Osten, sondern auch eine Ablenkung nach Süden zeigen. Diese Ablenkung ist mittels höherer Mathematik zuerst berechnet, aber noch nicht beobachtet worden. *K. Fuchs, Arad.*

Zu der vorstehenden Aufgabe erhalten wir von Herrn M. Koppe-Berlin folgenden Zusatz.

Projiziert man die Bewegung, deren Spur auf der rotierenden glatten Erdkugel eine  $8$  ist, auf den Äquator, so ergibt das nördliche und das südliche Auge denselben, in je  $12^h$  gleichförmig durchlaufenen, Kreis. Es ist nämlich die Bahn der absoluten Bewegung ein in  $24^h$  gleichmässig beschriebener Kreis vom Radius  $r$ , seine Projektion auf die Äquator-Ebene eine Ellipse mit der grossen Achse  $r$ , der kleinen Achse  $\rho$ , die von der Projektion des beweglichen Punktes ebenso durchlaufen wird, wie sie ein wirklicher Massenpunkt unter Einwirkung einer dem Abstände von der Mitte proportionalen Centrakraft durchlaufen könnte. Eine solche Bewegung kann auch dadurch erhalten werden, dass in einem Kreise vom Radius  $r + \rho$  ein halbso grosser Kreis in  $24^h$  gleichmässig herumrollt und ein Punkt  $P$  der Scheibe des rollenden Kreises seinen Weg auf die Äquator-Ebene aufzeichnet. Nun zeigt aber, wegen der Drehung der Erdkugel, die Centrale der beiden Kreise immer nach demselben Punkt der Erdoberfläche, etwa Quito, und der durch  $P$  gelegte Radius des rollenden Kreises bildet mit der Centrale einen gleichmässig wachsenden Winkel. Folglich ist die Projektion der relativen Bahn ein Kreis, der natürlich den Äquator innen berührt. Berechnet man aus den Gleichungen der Kugel und des Cylinders die Projektion der Bahn auf diejenige Ebene, welche den Kugelmittelpunkt und die Cylinderachse enthält, so ergibt sich eine Parabel, von der ein, durch ihren Scheitel halbirter, Bogen abwechselnd hin und her durchlaufen wird.

Die hier betrachteten Bewegungen auf der rotierenden glatten Erdkugel existieren aber nicht wirklich auf der Erdoberfläche. Wenn der Unterschied zwischen Kugel und Sphäroid auch an sich nicht gross ist, so ist hier doch sehr wesentlich der Umstand, dass für Bewegungen längs der Kugelfläche die Erdattraktion völlig aufgehoben ist, für solche längs des Sphäroides aber eine wirksame Componente übrig bleibt. Betrachtet man durch Einführung der fingierten Centrifugalkraft die relative Bewegung als eine absolute, so hebt gerade die erwähnte Componente der Attraktion die Centrifugalkraft auf, und daher rührt es, dass auf dem Erdsphäroid, auch wenn es noch so glatt ist, ein frei beweglicher Körper sich nicht mehr in Bewegung setzt. Daher ist auch die am Schluss für die Kugelgestalt gefolgerte Ablenkung fallender Körper nach Süden in Wirklichkeit nicht vorhanden. Fiele der Stein neben einem auf der Erdkugel errichteten Turm herab, so hätte auch letzterer nicht die Richtung des Erdradius, sondern eines durch den Erdumschwung abgelenkten konischen Pendels. Die Abweichung des Pendels von der Vertikalen nach Süden ist eben so gross wie die des fallenden Körpers, die letztere entginge also selbst auf der kugelförmigen Erde der Beobachtung. Da in der analytischen Mechanik diese Aufgabe meistens für die sphäroidische Gestalt der Erde behandelt wird, so kommt diese Südabweichung, die viel beträchtlicher wäre, als die Abweichung nach Osten, dort überhaupt nicht vor, nur wenn man bequeme Näherungsformeln aufstellt, kann es geschehen, dass in ihnen wieder Glieder auftreten, die eine minimale Abweichung nach Süden andeuten, sie sind aber wertlos, nämlich nur von der Grössenordnung, die schon bei der Ableitung der Formeln unberücksichtigt blieb. *Koppe.*

### Kleine Mitteilungen.

#### Eine Methode zur Bestimmung des Krümmungsradius eines Convexspiegels und eine Methode zur Bestimmung des Brennpunktes einer Concavlinse.

Von Prof. Dr. **K. Haas** in Wien.

In No. 1346 der Nature teilt EDWIN BUDDEN eine Methode zur Bestimmung des Krümmungsradius eines Convexspiegels mit, die sich wegen ihrer grossen Einfachheit für Schülerübungen vorzüglich eignet und daher weiteren Kreisen mitgeteilt zu werden verdient.

Man stellt den Convexspiegel auf der linken Seite der optischen Bank (aber nicht an dem Ende, sondern weiter einwärts) auf, so dass die spiegelnde Fläche nach rechts gewendet ist. Rechts vom Spiegel befindet sich eine Sammellinse, noch weiter rechts ein weisser Schirm mit einem kleinen Loch in der Mitte. Hinter diesem eine Lichtquelle. Die Mitten des Spiegels, der Linse und des Schirmes müssen in einer Horizontalen liegen, die zur Achse der optischen Bank parallel ist. Man verschiebt nun Linse und Schirm so lange, bis die vom Spiegel reflektierten Strahlen auf dem Schirm ein Bild der Schirmöffnung geben. Dann entfernt man den Spiegel (dessen Lage auf der optischen Bank man vorher genau bestimmt hat) und bringt an seine Stelle einen Schirm, den man nun so weit nach links rückt, bis auf demselben das Bild der Schirmöffnung erscheint. Der Abstand zwischen den beiden Lagen dieses Schirmes ist dem Krümmungsradius des Convexspiegels gleich. — Waren nämlich die von der Schirmöffnung ausgehenden Strahlen so von der Linse gebrochen worden, dass sie nach dem Krümmungsmittelpunkte des Spiegels convergierten, so wurden sie in sich selbst reflektiert und gelangten auf demselben Wege nach dem Schirm zurück, den sie von der Schirmöffnung aus genommen hatten. Es ist gerade so, als befände sich im Krümmungsmittelpunkte des Spiegels ein Licht, dessen Bild dann auf dem Schirm erscheint. Umgekehrt liefert das von der Öffnung im Schirm ausgehende Lichtbündel im Krümmungsmittelpunkte ein Bild. (Vertauschung von Bild und Gegenstand.)

In analoger Weise lässt sich die Brennweite einer Concavlinse bestimmen. Wir stellen wieder den Schirm mit der Öffnung rechts auf, links davon eine Sammellinse, noch mehr links die Concavlinse und endlich links von dieser einen Planspiegel. Die Mittelpunkte der Linsen und die Öffnung des Schirmes, hinter welcher die Lichtquelle sich befindet, sollen wieder in einer Horizontalen liegen, die zur Bankachse parallel ist. Wieder wird solange hin und her gerückt, bis das Bild der vom Spiegel reflektierten Strahlen in der Schirmöffnung erscheint. Dann entfernt man Spiegel und Concavlinse und stellt da, wo sich der Spiegel befand, einen Schirm auf, den man so weit verschiebt, bis auf ihm das Bild der Schirmöffnung erscheint. Der Abstand des Schirmes, auf dem dieses Bild nun erscheint, von der Stelle, wo sich die Mitte der Concavlinse befand, ist die Brennweite dieser Linse. Convergierten nämlich die Strahlen, welche die Sammellinse verliessen, nach dem (links liegenden) Brennpunkte der Concavlinse, so fielen sie als horizontales Lichtbündel paralleler Strahlen auf den Planspiegel, wurden in sich reflektiert und kehrten auf demselben Wege, den sie gekommen waren, zurück, in der Schirmöffnung ein Bild erzeugend. Nach dem Grundsätze der Vertauschbarkeit von Bild und Gegenstand muss nun das aus der Schirmöffnung dringende Lichtbündel, nachdem es die Sammellinse durchsetzt hat, dort, wo sich vorher der Brennpunkt der Zerstreulinse befand, ein Bild erzeugen.

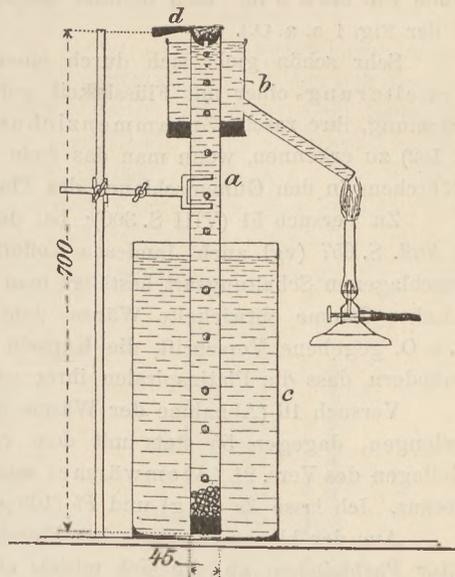
### Apparat, um Phosphor zu granulieren.

Von

Dr. August Harpf, Dozenten an der k. k. Bergakademie zu Przibram in Böhmen.

Man bedarf bekanntlich in den Vorlesungen über Experimentalchemie zu vielen Versuchen kleiner, etwa erbsengrosser Phosphorstückchen. Da das Abschneiden derselben von den käuflichen Phosphorstangen wegen der leichten Entzündlichkeit des Materials und des Wegspringens der rasch abgeschnittenen Stückchen immer mit Unannehmlichkeiten verbunden ist, so empfiehlt z. B. Heumann in seiner „Anleitung zum Experimentiren“, sich einen Vorrat von kleinen Stückchen durch Herausheben geringer Mengen unter Wasser geschmolzenen Phosphors mittels eines Löffelchens oder einer federkielweiten Glasröhre zu verschaffen. Diese Methode ist aber nicht ungefährlich, und zwar insofern, als bei der geringsten Unachtsamkeit hierbei leicht flüssiger Phosphor verschüttet werden kann. Ich habe nun einen Apparat von der nebenstehenden Art zusammengestellt, um ohne jede Gefahr granulierten Phosphor in beliebiger Menge erzeugen zu können. Derselbe beruht einfach auf dem gleichen Prinzip wie der Schroturm, wobei man bekanntlich die Eigenschaft der Flüssigkeiten benutzt, während des freien Falles Kugelform anzunehmen.

Der Schrottturm wird bei diesem Apparat durch die etwa 700 mm lange und 45 mm im Lichten weite Röhre *a*, welche aus gut gekühltem Glase besteht, dargestellt. Diese ist oben von einem Blechgefäß *b* aus Kupfer umgeben, an welches seitlich ein ziemlich weites Kupferrohr hart angelötet ist. Dieses Kupfergefäß dient in gleicher Weise wie die bekannten Heisswassertrichter als Wasserbad für den oberen Teil des Rohres *a*. Mit seinem unteren Ende, welches entweder mit einem gut schliessenden Kork verschlossen werden oder auch halbrund zugeschmolzen sein kann, steht das Glasrohr *a* in einem Kühlgefäß *c*, in welchem sich kaltes Wasser befindet. Oben ist auf das Rohr *a* eine Schale *d* aus glasiertem Thon oder Porzellan mit übergreifendem Rande beweglich aufgesetzt, welche seitlich einen Handgriff und am Boden ein 5–6 mm weites Loch hat.



Beim Gebrauch füllt man das Gefäß *c*, sowie die Röhre *a* (letztere etwa bis zur Höhe der Klemme) mit kaltem Wasser. Hierauf giesst man diese Röhre und das Kupfergefäß *b* bis zum oberen Rande mit heissem Wasser voll und stellt

den Brenner unter, um das Wasser warm zu erhalten. (Selbstverständlich kann man auch den ganzen Apparat mit kaltem Wasser füllen und die Erwärmung des oberen Teiles allein mittels des Brenners vornehmen.)

Wenn man nun in die Schale *d* ein grösseres Phosphorstückchen wirft, so schmilzt es und fällt durch das Loch in Tropfen hindurch, welche unten erstarrt ankommen. Wenn nötig, kann man durch Umrühren des Phosphors in der Schale mit einem Glasstabe nachhelfen. Sollte der Phosphor zu stark erhitzt worden sein und unten noch nicht vollständig erstarrt ankommen, so fliessen die einzelnen Kügelchen zusammen; um dies zu verhindern, kann man entweder die Erhitzung verringern, da ja  $44^{\circ}$  bekanntlich zum Schmelzen des Phosphors genügen, oder man kann auch in das Kühlgefäß *c* einige Eisstücke werfen, wodurch es vollständig gelingt, den Phosphor in Gestalt kleiner erbsengrosser abgerundeter Stückchen zu gewinnen. Die Vorrichtung ist nicht blos für Vorlesungszwecke, sondern auch für solche Laboratorien geeignet, die häufiger mit Phosphor zu thun haben.

Die Firma C. Desaga in Heidelberg hat es übernommen, den Apparat der Beschreibung entsprechend zu liefern.

#### Für die Praxis.

1. Das Loosersche Differentialthermoskop (vgl. d. Ztschr. VIII 291 fgd.) ermöglicht ausser den vielen vom Erfinder veröffentlichten, schönen Versuchen u. a. auch den Tyndallschen Blasebalg-Versuch (Tyndall, Die Wärme, 2. Aufl., § 16 S. 20), der für das richtige Verständnis des pneumatischen Feuerzeugs wichtig erscheint. Der bequemeren Handhabung halber stülpe man über die Düse eines kleinen Blasebalgs einen etwa 20 cm langen Gummischlauch, der in dem eingeschmolzenen Probiertgläschen der Kapsel *a* endet. Presst man aus dem Blasebalg, der natürlich die Temperatur des Versuchsraumes haben muss, mehrere Male die eingesogene Luft in das Probiertgläschen, so giebt sich die Erwärmung der Luft bald durch die weithin sichtbare Differenz im Stande der Flüssigkeitszeiger zu erkennen. Der Versuch ist um so eindrucksvoller, als bei dem Kältegeföhle, das der Luftstrom des Blasebalgs auf der Haut hervorruft, von den Schülern eher die gegen-  
teilige Wirkung erwartet wird.

Die Flüssigkeitszeiger reagieren ferner in sehr auffälliger Weise auf die durch plötzliches Öffnen oder Schliessen der Zimmerthüre bedingten, augenblicklichen Luftdruck-

schwankungen (vgl. das Variometer, d. Ztschr. IX 123) und zeigen im ungeheizten Zimmer sehr deutlich den Druckunterschied der Luft am Fussboden des Zimmers und in einer Höhe von etwa 3 m. Man benutzt hierbei vorteilhaft die Halbkugeln mit geradem Rohre (*b* der Fig. 1 a. a. O.).

Sehr schön giebt sich durch einen Standunterschied bis zu 1 cm die anfängliche Erweiterung einer mit Flüssigkeit gefüllten Flasche (von etwa 400 ccm Inhalt) bei Erwärmung, ihre rasche Zusammenziehung bei Abkühlung (vgl. Tyndall, Die Wärme, § 97 S. 102) zu erkennen, wenn man das freie Ende des durch den Kork wasserdicht geführten Röhrechs in den Gummischlauch des Thermoskopes steckt.

Zu Versuch 51 (VIII S. 300): bei der schon von Weinhold in den Demonstrationen 2. Aufl. S. 657 (vgl. auch Jamieson-Kollert S. 239 Anm. 1) zum Fosterschen Apparate vorgeschlagenen Schaltungsart bestätigt man in sehr befriedigender Weise, dass die vom elektrischen Strome entwickelte Wärme dem Quadrate der Stromstärke proportional ist. Die a. a. O. gegebene Vorschrift, die Kapseln mit 10 ccm Alkohol zu beschicken, ist dahin abzuändern, dass die Platinspiralen ihrer ganzen Länge nach in Alkohol eintauchen müssen.

Versuch 16 (Abnahme der Wärme mit der Entfernung) und 52 sind mir bislang nicht gelungen, dagegen 55 stets mit dem von Looser angegebenen Erfolge. Das sichere Gelingen des Vers. 21 (Atomwärme) setzt eine genügende Durchwärmung der Metallkörper voraus. Ich lasse *Zn* (34 g) und *Pb* (108 g) wenigstens 7 Minuten lang kochen.

Aus der blauen alkoholischen Flüssigkeit setzen sich an dem oberen Teile der Röhren öfter Farbteilchen ab, die sich mittels eines mit Alkohol befeuchteten, an einem dünnen Eisendrahte eingeführten Wattebäuschchens leicht entfernen lassen.

2. Wer die Metallstäbchen des Ingenhousz'schen Apparates (vgl. Weinhold, Demonstr. 2. Aufl. S. 469) mit Jodkupferquecksilber angestrichen hat, wird wahrscheinlich die ärgerliche Erfahrung gemacht haben, dass der Anstrich auf dem Zink und Eisen nach sehr kurzer Zeit durch chemische Veränderung unansehnlich und unwirksam wird. Dies tritt ein, wenn der Anstrich langsam trocknet, wird aber vermieden, wenn man durch Erwärmen für schnelles Trocknen sorgt.

*P. Meutzner, Annaberg.*



1. Ein instruktives Modell eines Bunsenschen Brenners kann man sich aus 2 Glasröhren *a* und *b* von 1 cm lichter Weite, von denen *b* zu einer Spitze ausgezogen ist, in der aus der Figur ersichtlichen Weise zusammenstellen. Durch *b* lässt man das Leuchtgas einströmen, das man oben bei *a* anzündet. Durch Heben und Senken von *a* kann man den Luftzutritt regulieren. Setzt man *a* auf *b* auf, so entsteht die leuchtende Gasflamme. Hebt man *a* so hoch, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Gasgemisches kleiner wird als die Entzündungsgeschwindigkeit, so schlägt die Flamme durch.

2. Wärmestrahlung der Bunsenflamme. Dass die Bunsenflamme weniger Wärme ausstrahlt, wie die nicht so heisse leuchtende Flamme, lässt sich leicht und weithin sichtbar mit einem Radiometer nachweisen, das man in etwa 15 cm Abstand aufstellt. Das Radiometer eignet sich übrigens auch zu rohen Experimenten über Diathermanität ganz besonders. Näher darauf einzugehen, ist wohl überflüssig.

3. Ein Resonanzversuch. Zieht man eine Glasröhre von 1 cm Weite auf einer Seite zu einer Spitze aus, so wird sie, als offene Lippenpfeife behandelt, denselben Ton geben, auf welcher Seite man sie auch anbläst. Deckt man aber die eine Seite, so entstehen 2 verschiedene Töne, je nachdem man an dem engen oder an dem weiten Ende anbläst, und zwar ergiebt sich ein tieferer Ton, wenn man an der Spitze anbläst. Verjüngt man beide Enden der Röhre in verschiedenem Grade, so ergiebt sich ebenfalls der tiefere Ton, wenn man die engere Seite anbläst, das weitere Ende aber deckt. (Vergl. Sitzungsberichte der naturw. Ges. Isis, Dresden, 1893 II, S. 32.)

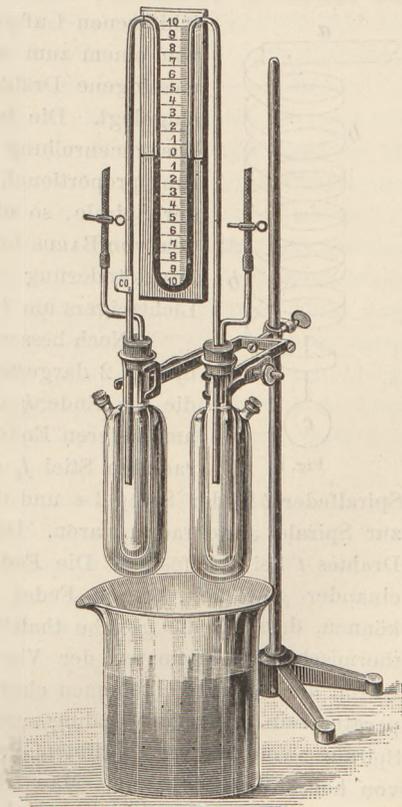
*A. Witting, Dresden.*

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Apparat für das Wärmeleitungsvermögen von Flüssigkeiten und Gasen.** Von E. MAISS.

Da den Verfasser die von Schwalbe und Lüpke (d. Ztschr. III 265) beschriebenen Ätherindikatoren nicht befriedigten, so construierte er ein Differentialmanometer, das sich überaus zweckdienlich erwiesen hat. Zwei ca. 4 cm weite Probegläschen (sehr nahe 100 ccm) dienen als Receptoren für die zu vergleichenden Flüssigkeiten oder Gase; in sie ist coaxial je ein engeres, ca. 2 cm weites Probegläschen als Manometergefäß eingelassen. Die engeren Probegläschen sind durch je einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen luftdicht verschlossen. Sie stehen durch eine der Bohrungen mit einem U-förmigen Manometer in Verbindung, das mit einer  $\pm 10$  cm langen Millimeterskala ausgerüstet ist, durch die zweite Bohrung geht ein kurzes, mit Kautschukschlauch und Quetschhahn versehenes Ausgleichsröhrchen. Das Ganze ist an einem einfachen Stative auf- und abwärts verstellbar. Die Receptoren lassen sich beide zugleich in ein weites Becherglas mit vorgerichtetem Bade ( $30^{\circ}$  C. bez.  $10^{\circ}$  C.) einsenken. Der Druck in den Manometergefäßen kann durch Handhabung der Quetschhähne leicht ausgeglichen werden. An einem der Anschlussrohre wird, um Verwechslungen vorzubeugen, ein Schildchen mit dem Namen der auf dieser Seite befindlichen Substanz angebracht. Damit der Versuch mit zwei Gasen unmittelbar nach dem mit zwei Flüssigkeiten angestellt werden kann, ist dem Apparat ein gleiches Paar von Doppelprobegläschen mit Manometer beigegeben und an demselben Stativ befestigt (in der Figur fortgelassen). Die geringen Mehrkosten werden durch die Zeitersparnis und die Sicherheit der Verwendung des Apparates bei weitem aufgewogen. Dies zeigt sich namentlich, wenn Luft und Leuchtgas verglichen werden sollen, deren geringe Verschiedenheit im Wärmeleitungsvermögen die Verwendung von Ätherdampf an Stelle von Luft im Manometer empfehlenswert macht. Vor den Versuchen lässt man den Apparat etwa eine halbe Stunde lang in dem Raum, wo die Versuche angestellt werden sollen, mit gefüllten Receptoren und offenen Ausgleichsröhren stehen. Dann werden letztere geschlossen und das erste Paar Receptoren in das Bad hinabgelassen. In wenigen Sekunden zeigt die Bewegung der Manometerflüssigkeit an, welches die besser leitende Flüssigkeit ist. Ebenso wird mit dem zweiten Paar verfahren. Nach Wiederherstellung des status quo ist es empfehlenswert, noch den Gegenversuch in einem kalten Bade vorzunehmen. Als zu vergleichende Flüssigkeiten kann man destilliertes Wasser, abs. Alkohol, Vaselineöl, Glycerin benutzen. Wegen der leichten Reinhaltung der Receptoren sind die ersten beiden besonders brauchbar. Von Gasen verwendet man am besten Luft und Leuchtgas und bringt vor dem Versuch in das Manometergefäß ein paar Tropfen Äther. Es leuchtet ein, dass der Apparat ebenso wie der Loosersche (d. Zeitschr. VIII 291) auch für Versuche aus der Wärme- und Elektrizitätslehre verwendet werden kann. Auch ist eine quantitative Vergleichung von Wärmeleitfähigkeiten möglich. Vergleicht man nacheinander zwei Flüssigkeiten *A* und *B* mit ein und derselben schlechtleitenden Flüssigkeit (Vaselineöl), die man beständig in der Zimmerluft lässt, so nimmt das Manometer nach einer gewissen Zeit (der Steigzeit) seine Maximalstellung ein. Es lässt sich leicht darthun, dass die Leitungsfähigkeiten sich umgekehrt wie



diese Steigzeiten verhalten. Bei einem Versuch betrug die Steigzeit für destilliertes Wasser 395", für Glycerin 730", daher das Verhältnis der Leitungsfähigkeiten von Wasser und Glycerin 0,54. Ein zweiter Versuch mit Alkohol ergab die Steigzeit 280" und für Alkohol-Glycerin das Verhältnis 0,38. Die genauen Werte sind im ersten Fall 0,599, im zweiten 0,37. Ähnliche Resultate wurden mit Schwefelkohlenstoff und mit 33,3%iger Kochsalzlösung gefunden. (Vierteljahresberichte des Wiener Vereins z. F. d. ph. u. ch. U. 1896. Heft 2.)

**Aneroïdspiralen.** C. BARUS beschreibt in dem *Amer. Journ. of science* (4) I 115, 1896) zwei neue Formen. Die erste, eine Verallgemeinerung der Bourdonschen Spirale, besteht aus einer flach gehämmerten dünnwandigen (etwa 0,01 mm) Kupferspirale *bb* (Fig. 1), welche über einen Dorn schraubenförmig aufgewunden ist und am unteren Ende einen Spiegel *c* trägt. Um ein vollständiges Schliessen der Spirale zu verhindern, wenn mittels der an die Röhre *a* angeschlossenen Luftpumpe evakuiert wird, sind in sie

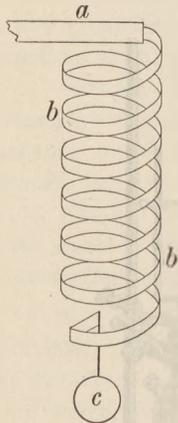


Fig. 1.

von einem zum anderen Ende zwei kupferne oder messingene Drähte von etwa 0,02 cm Durchmesser eingelegt. Die in Graden ausgedrückte Auf- oder Zusammenrollung der Spirale ist der Luftdruckänderung proportional. Verringert man den Durchmesser der Spirale, so nimmt die Empfindlichkeit zu. Bei dem von BARUS benutzten Instrument entsprach einer Druckänderung von 1 cm eine Verschiebung des Lichtzeigers um 10 cm auf der 3 m entfernten Skale.

Noch bessere Ergebnisse erzielte BARUS mit der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung. Die Spirale *cc*, die am Ende *k* mit der Luftpumpe verbunden und am anderen Ende geschlossen war, trug unten den radialen Stiel *f*, an dem der starre Draht *dd* einer

Spiralfeder *bb*, der Spiegel *e* und die Dämpfungsplatte *g* symmetrisch zur Spirale angebracht waren. Die Spirale war mittels des steifen Drahtes *l* bei *a* befestigt. Die Feder *b* und die Spirale *c* sind gegen einander gewickelt. Wenn Feder und Spirale so hergestellt werden können, dass sie die gleiche thatsächliche Viscosität und die gleichen thermischen Koeffizienten der Viscosität und Elasticität besitzen, so würde das System vollkommen elastisch und unabhängig von der Temperatur sein. Um diese Bedingungen zu erfüllen, muss das Metall der Spirale *c* von geringer Rigidität, die entgegengewickelte Spiralfeder *bb* von hoher Viscosität sein. Man würde hierzu harten bei 400° angelassenen Stahl oder einen hinreichend dicken Quarzfaden nehmen können. (*Zeitschr. f. Instr.* XVI 253, 1896.) H.-M.

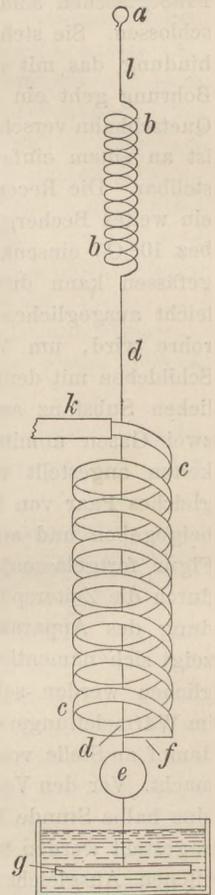


Fig. 2.

**Elektroskop mit drei Goldblättchen.** L. BENOIST (*C. R. CXXIII* 171, 1896) befestigt drei Goldblättchen in der üblichen Weise an dem unteren Ende des isolierten Metallstabes. Beim Laden des Elektroskopes bleibt das mittlere Blättchen lotrecht hängen, während die zwei anderen sich nach beiden Seiten um gleiche Winkel von dem mittleren entfernen. Die Empfindlichkeit dieser Anordnung ist für kleine Winkel etwa  $1\frac{1}{2}$  mal so gross als bei Verwendung von bloss zwei Blättchen. Für grössere Winkel ist die Empfindlichkeit noch besser. Bei dem gewöhnlichen Elektroskop ist der grösste Ausschlag von der Lotrechten an gerechnet 90°, bei dem dreiblättrigen, ebenso wie bei dem einblättrigen von Szymański (*d. Zeitschr.* IV 60, 1890), dagegen 120°. (*Zeitschr. f. Instr.* XVI 284, 1896.) H.-M.

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Abnahme der Schallstärke mit der Entfernung.** Die theoretisch als feststehend erscheinende Annahme, dass die Stärke des Schalles proportional dem Quadrat der Entfernung ab-

nimmt, wurde zuerst von VIERORDT (*Ztschr. f. Biologie*, XVIII S. 383, 1882) einer genaueren Prüfung unterworfen. Zur Erzeugung des Schalles liess er Gewichte aus verschiedenen Höhen ( $h$ ) auf Metallplatten herabfallen und fand dabei, dass die Schallstärke proportional mit  $h^{0.59}$  wächst. Entfernte er sich von der Schallquelle so weit, dass der Schall eben noch gehört werden konnte, und betrug dabei der Abstand des Ohres  $n$  Längeneinheiten, so musste er in der Entfernung  $2n$  die Schallintensität verdoppeln, bei  $3n$  verdreifachen u. s. f. Er glaubte daraus schliessen zu müssen, dass der Schall in linearem Verhältnisse der Entfernung abnimmt.

Mit Hilfe einer anderen Methode versuchte WIEN (*Wied. Ann.* 36, 834, 1889) diese Frage zu beantworten. Als Tonquelle nahm er eine gedackte Pfeife, die durch einen Blasebalg zum Tönen gebracht wurde. Empfänger war ein Helmholtz'scher Resonator, dessen Eigenton mit dem Tone der Pfeife übereinstimmte. Die Öffnung des Resonators wurde erweitert und daran die obere Hälfte der Kapsel eines Aneroidbarometers luftdicht angelötet. Auf der Mitte der Kapsel befand sich ein Stift, der gegen einen leicht drehbaren kleinen Spiegel drückte. Erklang in der Nähe des Resonators ein Ton, so geriet durch die Änderung des Luftdrucks die dünne Metallplatte in Schwingungen und der Spiegel drehte sich rasch hin und her. Das Bild eines Spaltes in diesem Spiegel erschien dann durch ein Fernrohr als ein breites Band, dessen Breite der durch den Ton erzeugten Druckdifferenz proportional war. Um die Breite messen zu können, wurde in dem Brennpunkt des Fernrohroculars eine mit dem Diamant auf 0,2 mm geteilte Glasplatte befestigt. Schallquelle und Empfänger wurden nun in verschiedene Entfernungen von einander gebracht und hierfür die Breite jenes Lichtbandes gemessen. Wenn das quadratische Gesetz der Abnahme des Schalls giltig war, musste das Produkt aus Bandbreite und Entfernung constant sein. Die Versuche wurden im Freien angestellt. WIEN fand eine etwas schnellere Abnahme der Tonstärke, als die Theorie es verlangt, meinte aber, dass diese durch Unebenheiten des Bodens und Unruhe der Luft genügend erklärt werde. Er hielt im Gegensatze zu Vierordt das quadratische Grundgesetz durch seine Versuche für bestätigt.

Um den Widerspruch zwischen den Ergebnissen der beiden genannten Forscher aufzuklären, ging SCHÄFER (*Wied. Ann.* 57, 785, 1896) von folgender Überlegung aus. Zwei Schallquellen von derselben Beschaffenheit, aber verschiedener Intensität mögen in den Hörweiten  $d$  und  $d_1$  gerade noch gehört werden können. Innerhalb dieser Hörweiten mögen zwei Punkte  $A$  und  $A_1$  sich befinden, in denen dieselbe Intensität herrscht;  $A$  und  $A_1$  seien von der Schallquelle um  $b$  und  $b_1$  entfernt. Ist nun das Gesetz der linearen Abnahme richtig, so muss  $d - b = d_1 - b_1$  sein, während bei Geltung des quadratischen Gesetzes  $b^2 : d^2 = b_1^2 : d_1^2$  ist.

Als Schallquelle nahm SCHÄFER ein von einem Induktionsstrom durchflossenes Telephon, dessen Hörweite  $d$  zuerst festgestellt wurde. Dann wurde in bestimmtem Abstände vom Ohr eine Taschenuhr aufgestellt und das Telephon von der Uhr her so weit genähert, bis das Ticken derselben vor dem Summen des Telephons gerade nicht mehr gehört werden konnte; der so erhaltene Abstand des Telephons vom Ohre war die Grösse  $b$ . Nach Steigerung der Hörweite des Telephons auf  $d_1$  wurde derselbe Versuch wiederholt und die Grösse  $b_1$  gefunden.

Die Messungen wurden in Abständen von je 1 m von  $d = 2$  m bis  $d = 13$  m angestellt. Es ergab sich hierbei, dass das lineare Gesetz keineswegs besteht, dass aber auch das quadratische nur in einer bestimmten Entfernung (bei der getroffenen Anordnung zwischen 5 und 6 m) giltig ist. Bei geringeren Entfernungen von der Schallquelle waren die Verhältnisse  $b : b_1$  kleiner, bei grösseren Entfernungen waren sie grösser, als das quadratische Gesetz es verlangt. Die Schallintensität nimmt also in der Nähe der Schallquelle langsamer ab als mit dem Quadrat des Abstandes. Mit wachsender Entfernung geht die Abnahme immer rascher vor sich, das quadratische Verhältnis wird in einer bestimmten Entfernung erreicht, dann aber zunehmend überschritten.

Schk.

**Untersuchungen über Fluorescenz.** Dass die Fluorescenz eine allgemeine Eigenschaft aller Körper sei, sucht G. C. SCHMIDT (*Wied. Ann.* 58, 103; 1896) nachzuweisen. Zahlreiche Stoffe, die in den meisten Lösungsmitteln nicht fluorescieren, thun dies doch in irgend einem;

viele Salze leuchten wiederum in keinem Lösungsmittel, wohl aber im festen Zustande. Auch die Anilinfarbstoffe zeigen in keinem flüssigen Lösungsmittel eine Fluorescenz, dagegen bilden sie mit verschiedenen festen ungefärbten organischen Körpern homogene Gemische, in denen sie sehr farbenprächtig fluorescieren. SCHMIDT fasst diese Gemische als feste Lösungen der Farbstoffe auf und untersucht die Fluorescenzfarben bei einer grossen Anzahl derartiger Substanzen in den verschiedensten festen Lösungen. Da dieselben stets noch eine Weile nachleuchten, so liessen sich die Farben am besten in ihrer Phosphorescenzwirkung beobachten. Zu dem Zwecke wurden die durch eine Linse concentrirten Sonnenstrahlen in ein E. Wiedemannsches Phosphoroskop (*Wied. Ann.* 34, 453; 1888) geworfen und darauf das an der Oberfläche jener Körper auftretende Licht untersucht. (Das Phosphoroskop besteht in der Hauptsache in einer rotierenden Trommel, in der die Substanzen abwechselnd beleuchtet und dem Auge sichtbar gemacht werden.) Es ergab sich, dass die Farbe des Fluorescenzlichtes bei einigen Substanzen vom Lösungsmittel unabhängig ist; so z. B. fluoresciert Modebraun in allen Lösungsmitteln purpurn oder rotgelb. Bei anderen Stoffen dagegen ist die Farbe vom Lösungsmittel abhängig; z. B. fluoresciert Alkaliblaul in Bernsteinsäure blau, in Eiweiss grünblau, in Zucker und Gelatine rot. Ob das Lösungsmittel selbst fluoresciert, ist für die Farbe der Fluorescenz gleichgiltig. Die Farbe des Phosphorescenzlichtes ist bisweilen verschieden nach der Zeit, die seit der Erregung verflossen ist; so z. B. luminesciert Hoffmanns Violett bei langsamer Drehung der Phosphorescenzscheibe grün, bei schneller Drehung prachtvoll rot. Die Farbstoffe fluorescieren nur so lange, als sie gelöst sind; auf Wolle, Papier, Seide ist die Fluorescenz fast stets vernichtet. — SCHMIDT ist der Meinung, dass alle Körper zu fluorescieren vermögen, wenn man sie nur in das geeignete Lösungsmittel einbettet. Die Lommelsche Theorie der Fluorescenz findet er durch die Versuche nicht bestätigt.

Während SCHMIDT das Vorhandensein der Fluorescenz in den verschiedensten Stoffen feststellt, untersucht in einer anderen Arbeit L. SOHNKE (*Wied. Ann.* 58, 417; 1896) das Licht, welches fluorescierende Körper aussenden, auf seine Schwingungsrichtung. Er findet zunächst, dass, wenn ein Lichtstrahl — mag er polarisirt sein oder nicht — in eine Flüssigkeit oder einen einfach brechenden festen Körper, die der Fluorescenz fähig sind, eintritt, der Strahlenweg fast vollkommen unpolarisirtes Licht aussendet. Nur bei zugleich trüben Stoffen ist eine geringe Polarisation bemerkbar, die auf Reflexion an den die Trübung verursachenden Einschlüssen zurückzuführen ist. Diese geringe Polarisation fiel indes auch fort, sobald der fluorescierende Körper mit violetterm Licht beleuchtet wurde. Um die aus einer geringen Trübheit des Mediums etwa entspringende Polarisation zu eliminieren, wurde daher bei den folgenden Versuchen fast ausschliesslich violette Bestrahlung angewendet.

SOHNKE untersucht nun eine grosse Zahl doppeltbrechender, fluorescierender Krystalle und findet, dass bei diesen das Fluorescenzlicht stets polarisirt ist. Die Schwingungsrichtung ist verschieden in ihrer Lage zu den optischen Achsen. Beim Kalkspath haben die Schwingungen der fluorescierenden Teilchen ihre grösste Componente parallel der optischen Achse, von welcher Richtung auch die Strahlen in den Krystall einfallen mögen; ebenso wird die Fluorescenz durch Schwingungen im Hauptschnitt am stärksten erregt (Verf. nimmt nach Fresnel die Lichtschwingungen senkrecht zur Polarisationsenebene an). Im Gegensatz hierzu schwingen die fluorescierenden Teilchen im Apatit nur senkrecht zur optischen Achse; auch wird die Fluorescenz am stärksten durch Schwingungen solcher Richtung erweckt. Hornblei verhält sich in Bezug auf die Schwingungsrichtung der fluorescierenden Teile wie Apatit; dagegen rufen hier Schwingungen parallel der Achse am stärksten Fluorescenzschwingungen senkrecht zur Achse hervor. Beryll fluoresciert dichroitisch: die zur optischen Achse senkrechten Schwingungen sind blau, die parallelen rotviolett; bei einem anderen Exemplar war es gerade umgekehrt. Von zweiachsigen Krystallen wollen wir nur den Topas anführen, bei dem die Fluorescenzschwingungen in der Ebene der optischen Achsen erfolgen; die Hauptcomponente ist parallel der ersten Mittellinie. — Ausser den hier beschriebenen Krystallen untersucht SOHNKE noch Vesuvian, Arragonit, Weissbleierz, Rohrzucker und Cyanit. Als

Endergebnis geht daraus hervor, dass die polarisierte Fluorescenz eine allgemeine Eigenschaft aller doppelbrechenden fluorescenzfähigen Krystalle ist. Schk.

**Röntgenstrahlen.** Eine wichtige Anwendung der entladenden Wirkung, die die Röntgenstrahlen auf ein Elektroskop ausüben, hat E. VILLARI gemacht, indem er mit Hülfe dieser Wirkung die Beugung der Röntgenstrahlen hinter undurchsichtigen Körpern nachwies (*Rendiconti Acc. dei Lincei vol. 5 (1) S. 445; 1896*). Er beobachtete bei Versuchen über die Durchlässigkeit der Metalle, dass die Entladung hinter einer Bleischeibe (von 400 qcm Fläche) schneller erfolgte als hinter einer etwa doppelt so grossen Zinkscheibe, obwohl Zink für Röntgenstrahlen durchlässiger als Blei ist. Bei weiterer Verfolgung dieser Erscheinung fand er, dass hinter einer Bleiplatte von 3600 qcm Fläche und 0,42 cm Dicke die Entladung viel längere Zeit in Anspruch nahm als hinter einer ebenso dicken Platte von nur 400 qcm Fläche. Wurde dagegen die Öffnung des die Birne umgebenden undurchlässigen Bleikastens mit einer der Platten verschlossen, so erfolgte keine Entladung, wenn auch das Elektroskop ganz nahe herangebracht wurde. Die vorher beobachtete Wirkung kann daher nicht auf eine geringe Durchlässigkeit der Scheibe, sondern vielmehr nur auf eine Beugung um den Rand herum zurückgeführt werden. Eine Bestätigung dieser Deutung lieferte auch der folgende Versuch: Die Röntgenröhre befand sich in einem Bleikasten mit 9 cm weiter Öffnung, und in 45 cm Abstand davon wurde ein geladenes Elektroskop aufgestellt, endlich zwischen beide eine Bleischeibe von 13 cm im Quadrat. Dann entlud sich das Elektroskop um so rascher, je näher ihm die Scheibe gerückt wurde, am schnellsten bei einem Abstand von 7 cm; bei noch grösserer Annäherung nahm die Entladungsgeschwindigkeit wieder ab. Auch zeigte sich bei den beschriebenen Versuchen, dass die Entladung in der Mitte hinter dem Schirm am langsamsten war und nach den Seiten hin rascher wurde.

Aus weiteren Versuchen von VILLARI scheint indessen hervorzugehen, dass diese seitliche Wirkung der Röntgenstrahlen nicht von diesen selbst, sondern von der durchstrahlten Luft herrührt. Beschränkte man die seitliche Wirkung auf den Durchgang durch eine kleine Öffnung (von 4 cm Durchmesser), so hörte sie völlig auf, sobald die Öffnung mit schwarzem Papier verschlossen wurde. Vgl. auch Naturw. Rundschau 1896 No. 35.

Über das Verhältnis der Röntgenstrahlen zu den Kathodenstrahlen haben A. BATTELLI und A. GARBASSO Versuche und kritische Bemerkungen in *Nuovo Cimento III*, 288 (1896) veröffentlicht. Sie kommen zu dem Schlusse, dass zwischen beiden Arten von Strahlen kein wesentlicher Unterschied bestehe, Röntgen selber hat als Hauptunterschied die Nichtablenkung seiner X-Strahlen durch den Magneten hervorgehoben. Inzwischen hat Lafay (*C. R. CXXII, 713 ff.*) gezeigt, dass die Röntgenstrahlen durch den Magneten ablenkbar werden, wenn man sie durch eine dünne elektrisierte Platte hindurchgehen lässt. Und andererseits hat Goldstein schon früher Kathodenstrahlen beobachtet, die vom Magneten nicht abgelenkt werden. BATTELLI endlich hat sich die Frage gestellt, ob die nicht ablenkbaren Kathodenstrahlen in der Entladungsröhre die Eigenschaften der Röntgenstrahlen zeigen. Er hat bereits in einer vorangegangenen Veröffentlichung (*N. C. III, 193; 1896*) dargethan, dass diese Strahlen innerhalb der Röhre durch schwarzes Papier hindurch auf photographisches Papier wirken. Nunmehr haben er und Garbasso nachgewiesen, dass die Kathodenstrahlen auch die Zerstreuung elektrostatischer Ladungen in derselben Weise wie die Röntgenstrahlen hervorbringen. Zu dem Zweck wurde in die Röhre eine Messingkugel eingeführt, die sich an einem Messingstabe befand und von einem Drahtgitter umgeben war; gleichzeitig konnte die Wirkung der von der Kathode erzeugten Röntgenstrahlen auf eine zweite Messingkugel untersucht werden, die sich in einem Medium von derselben Dichte wie das Innere der Röntgenröhre befand. Es ergaben sich folgende Resultate. Bei schwacher Verdünnung ist die Zerstreuung nur langsam, wächst aber mit zunehmender Verdünnung und wird sehr schnell, sobald die Kathodenstrahlen sich zu bilden beginnen, und zwar haben anfänglich die magnetisch ablenkbaren Strahlen einen beträchtlichen Anteil an dieser Wirkung; bei noch weiterer Verdünnung aber treten die nicht ablenkbaren Strahlen in solcher Menge auf, dass ihnen der grösste Anteil an der Entladungswirkung zukommt. Auch die Fluorescenz

des Glases, Korallenkalks u. s. f. können diese nicht ablenkbaren Strahlen hervorrufen. Hiernach giebt es keine Eigenschaft der Röntgenstrahlen, die nicht auch die nicht ablenkbaren Kathodenstrahlen besässen. Beide unterscheiden sich „durch keine wesentlicheren Eigenschaften, als die, welche z. B. zwei Flammen von verschiedener Farbe zu unterscheiden gestatten“. Dem Umstande, dass die Abstossung, welche die Kathodenstrahlen auf einander ausüben, bei den Röntgenstrahlen innerhalb der Genauigkeitsgrenzen des Versuches fehlt, legen die Verfasser keine entscheidende Bedeutung bei. (Vgl. auch Naturw. Rundschau 1896 No. 31.)

Über die wahrscheinliche Ursache der Entstehung der X-Strahlen hat P. DE HEEN im *Bull. de l'Acad. de Brux.* 1896 einen Aufsatz veröffentlicht, der den Luftmolekülen in der evakuierten Röhre eine wesentliche Rolle bei diesem Vorgang zuschreibt. Er berechnet für die Geschwindigkeit der von der Kathode ausgehende Moleküle Werte von 60 000 bis 600 000 Meter, oder im Mittel 330 000 m, während J. J. Thomson (d. *Ztschr.* IX 194) 200 000 m gefunden hatte. Nimmt man an, dass die Geschwindigkeit der Luftmoleküle bei 0° im Mittel 485 m beträgt, so entspräche einer Molekulargeschwindigkeit von 200 000 m die enorme Temperatur von 46 000 000 Grad. Es wird demnach jedes Molekül, das auf irgend einen anderen materiellen Punkt oder eine feste Wand trifft, an dieser eine ausserordentlich hohe Temperatur erzeugen, die sich sofort in Ätherwellen von um so kleinerer Wellenlänge umsetzen wird, je höher die Temperatur ist. Besonders wird dieser Vorgang dann stattfinden, wenn die von der Kathode ausgehenden Moleküle mit den von der Anode ausgehenden zusammentreffen. Die so erzeugten Ätherwellen sind X-Strahlen; da die Geschwindigkeit der kathodischen Projektionen die der anodischen beträchtlich überwiegt, so muss der Ausgangspunkt dieser Strahlen in der Nähe der Anode liegen (wie auch aus Beobachtungen des Fürsten Galitzin an den Schatten der Nägel auf einem Holzbrett hervorzugehen scheint). Die nicht zum Zusammenstoss mit einander gelangten Moleküle erzeugen beim Auftreffen auf die Glaswand Phosphoreszenz, doch kann diese Wirkung auch von den X-Strahlen selbst hervorgebracht werden. Einen Beweis für seine Auffassung erblickt DE HEEN auch darin, dass in einer birnförmigen Röhre eine milchige Phosphoreszenz, die ein Zeichen relativ höheren Druckes ist, dann entsteht, wenn man die Kathodenprojektion nach dem engeren Teil der Röhre lenkt, aber nicht im umgekehrten Fall; es findet also durch die Zusammendrängung der Moleküle in dem engeren Teil eine Vermehrung des Druckes statt. Es ist auch wohl denkbar, dass Moleküle von solcher Geschwindigkeit sehr dünne Metallplatten wie Geschosse durchdringen. Andererseits will Gouy nachgewiesen haben, dass das Glas des Teils der Röhre, der der Einwirkung der Kathodenbestrahlung ausgesetzt war, nach einer gewissen Zeit eine beträchtliche Menge Gas enthält, die beim Schmelzen des Glases entweicht.

Die X-Strahlen sind hiernach Ätherschwingungen, die durch den Zusammenstoss der kathodischen und anodischen materiellen Ausstrahlungen entstehen. Ihre Wellenlänge berechnet DE HEEN auf Grund der Temperatur von 46 000 000 Grad zu höchstens 0,00002 Millimeter. Um die Wirkung kurzweiliger Strahlen (violetter und Röntgenstrahlen) auf den elektrischen Zustand der Körper zu erklären, stellt DE HEEN die Hypothese auf, dass sich positive Elektrizität in Ätherschwingungen parallel zur Oberfläche eines Körpers, negative in dazu senkrechten Schwingungen fortpflanzt. Diesen Schwingungen käme eine gewisse Wellenlänge zu, die grösser sein kann als die der Röntgenstrahlen. Letztere würden in dem verdichteten Äther an der Oberfläche der Körper kürzere Schwingungen als die elektrischen erzeugen und diese dadurch zerstören. Auch die entladende Wirkung der von Röntgenstrahlen durchstrahlten Luft würde darauf zurückzuführen sein, dass die Luftmoleküle die ihnen durch den Äther mitgeteilte schwingende Bewegung eine Zeitlang zu bewahren vermögen. —

Eine neue Konstruktion der Röntgenröhren rührt von O. LODGE und BENJAMIN DAVIES her und wird von letzterem in der *Nature* No. 1395 (23. Juli 1896) beschrieben. Die Birne ist aus zwei halbkugelförmigen Teilen zusammengesetzt, von denen der eine aus Kupfer, der andere aus Aluminium besteht. Die Metallwand selbst wird als Kathode benutzt. An die

kupferne Halbkugel ist eine Ebonitröhre angesetzt, durch die der Anodendraht hindurchgeht. Als Anodenfläche dient ein ebenes, ziemlich dickes Platinblech von etwa  $\frac{1}{4}$  Quadratzoll. Die Verbindung der Metalle wird durch Marineleim bewirkt; bei einer späteren Konstruktion ist die Ebonitröhre durch eine Porzellanröhre ersetzt und die Dichtung durch Quecksilber hergestellt. Bei den Versuchen zeigte sich, dass die Wirkung sehr beträchtlich wuchs, wenn die Anode durch eine kreisförmige Metallplatte vergrößert wurde, die dicht hinter der Platinplatte auf den Zuleitungsdraht der Anode (senkrecht zu diesem) aufgesetzt wurde. Der Widerstand war in diesem Falle erheblich vermindert, daher ein Arbeiten mit höherem Vakuum möglich. Mit Apparaten dieser Art gelang es, Holzbalken von 3 Fuss Länge zu durchstrahlen und noch genügend Licht auf einem Fluoreszenzschirm zu erzeugen, um sehr kleine Objekte innerhalb des Balkens wahrzunehmen. Bei direkter Strahlung konnten noch in 30' Entfernung die Schatten der Handknochen (aber nicht des Fleisches) auf dem Schirm hervorgerufen werden. Die Schatten waren nicht mehr scharf, wahrscheinlich infolge davon, dass die durchstrahlte Luft nicht völlig ruhig war. Selbst auf eine Entfernung von 62 Fuss fluorescierte der Schirm noch sichtlich, doch warf die Hand keinen wahrnehmbaren Schatten mehr. —

P.

**Absorption elektrischer Wellen und elektrische Dispersion von Flüssigkeiten.** Dieselbe Methode, vermittels derer DRUDE den elektrischen Brechungsexponenten bestimmte (*diese Zeitschr.* IX 191), benutzt er zu weiteren Untersuchungen über elektrische Wellen (*Wied. Ann.* 58, 1; 1896). Wird der auf Seite 192 dieser Zeitschrift (IX, Heft 4) beschriebene Bügel  $B_2$  auf den Drähten  $DD$  in die zu untersuchende Flüssigkeit hineingerückt, so muss bei allen folgenden Knotenlagen von  $B_2$  das Aufleuchten der Röhre  $Z$  geringer werden, falls eine Absorption der elektrischen Wellen stattfindet. Da diese Abnahme des Leuchtens sich nur ungefähr schätzen lässt, suchte DRUDE die Intensität der elektrischen Kraft innerhalb der Vacuumröhre  $Z$  durch Messung des Widerstandes des Luminescenz-Gasraumes zu bestimmen, während der Bügel  $B_2$  auf der Drahtleitung verschoben wurde. Die Messung erfolgte in der Art, dass der Widerstand der Röhre  $Z$  mit dem einer gleichen, vor  $B_1$  liegenden Röhre  $Z_1$  mit Hilfe eines Thomsonschen Quadrantelektrometers verglichen wurde. Trägt man die Entfernungen der Brücke  $B_2$  vom Flüssigkeitsanfang als Abscissen, die Elektrometerrausschläge als Ordinaten auf, so erhält man ein Bild der Welle während der ganzen Drahtleitung, und eine Absorption kennzeichnet sich durch eine Abnahme der Amplituden. Es zeigte sich, dass destilliertes Wasser keine merkliche Absorption besitzt, während diese bei Lösungen von  $CuSO_4$  und  $NaCl$ , namentlich aber bei Glycerin, sehr bedeutend wird. Das Wachsen der Absorption richtet sich dabei nicht nach der Natur des gelösten Salzes, sondern nach dessen Leitungsfähigkeit.

DRUDE bestimmte ferner auch die elektrische Dispersion verschiedener Flüssigkeiten und benutzte zu dem Zwecke zwei verschiedene Erreger der in dieser Zeitschrift (IX 192) beschriebenen Art, deren Wellen-Schwingungsdauern sich wie 1 : 3 verhielten. Es zeigte sich bei Glycerin, Äthylalkohol, Amylalkohol und Essigsäure eine Abnahme des elektrischen Brechungsexponenten mit wachsender Schwingungszahl, d. h. anomale Dispersion, d. h. auch anomale Absorption, d. h. eine solche, die viel grösser ist, als sie der Leitungsfähigkeit jener Stoffe für constante Ströme entsprechen würde. Auch ihre Dielektrizitätsconstante für langsame Wechselzahlen war grösser als das Quadrat ihres elektrischen Brechungsexponenten für sehr schnelle Wechselzahlen. — Für Wasser, Methylalkohol und Benzol galten diese Anomalieen innerhalb der benutzten Schwingungszahlen nicht, für Anilin (und Äther) nur die anomale Absorption.

In einer späteren Arbeit (*Wied. Ann.* 59, 17; 1896) unterzieht DRUDE den Brechungsexponenten des Wassers und wässriger Lösungen einer sehr genauen experimentellen Untersuchung. Um die äusseren Umstände möglichst zu variieren, benutzt er bei seiner Methode Drähte von verschiedener Dicke und verschiedenem gegenseitigen Abstände und ebenso verschieden grosse Flüssigkeitströge aus Thon, Glas und Blech. Die meisten Beobachtungen wurden mit einem Erreger gemacht, bei dem  $\frac{1}{2} \lambda = 37$  cm (in Luft), die Schwingungszahl

$4 \cdot 10^8$  pro Sekunde betrug. Bei diesen Wellen ergab sich als Mittelwert aus einer sehr grossen Zahl von Beobachtungen das Quadrat des elektrischen Brechungsexponenten destillierten Wassers bei  $17^\circ$  C.  $n_{17}^2 = 81,67$ . Um die Dispersion zu bestimmen, nahm DRUDE einen Erreger grösserer und einen solchen kleinerer Wellen als bei der vorigen Versuchsreihe. Bei dem grösseren Erreger, der Wellen ( $\frac{1}{2}\lambda = 1$  m) von der Schwingungszahl  $1,5 \cdot 10^8$  pro Sekunde lieferte, ergab sich  $n_{17}^2 = 80,60$ . Der kleinste Erreger hielt nur 2,5 cm im Durchmesser und erzeugte Wellen, deren halbe Wellenlänge 19 cm, deren Schwingungszahl  $8 \cdot 10^8$  betrug; das Quadrat des elektrischen Brechungsexponenten war hier  $n_{17}^2 = 83,6$ . Das Wasser besitzt also eine geringe normale Dispersion in den genannten Schwingungsgebieten.

Um die Änderung des elektrischen Brechungsexponenten mit der Temperatur zu bestimmen, erwärmte DRUDE das Wasser in dem grossen Thontroge durch drei grosse Bunsenbrenner. In den vier Ecken des Troges waren vier 32 cm lange, 2 cm im Durchmesser haltende Turbinen angebracht, welche durch einen schnell laufenden Elektromotor in rasche Rotation versetzt wurden. Dadurch wurde das Wasser so vollständig umgerührt, dass die Abweichungen dreier Thermometer, die in 10 cm Vertikalabstand hineingetaucht waren, fast stets unter  $\frac{1}{10}^\circ$  lagen. Die Bewegung des Wassers blieb auf die Lage der Knoten und Bäuche ohne Einfluss. DRUDE fand nun, dass zwischen  $0^\circ$  und  $26^\circ$  die Änderung von  $n^2$  der Temperatur proportional ist: und zwar nimmt  $n^2$  pro Grad Temperaturerhöhung um 0,367 ab; bei  $4^\circ$ , der grössten Dichte des Wassers, hatte  $n^2$  kein Maximum. Oberhalb  $26^\circ$  war die Änderung von  $n^2$  nicht mehr proportional der Temperatur, sondern ging langsamer vor sich. In allgemeinen konnte die Abhängigkeit des  $n^2$  von der Temperatur  $\vartheta$  ausgedrückt werden durch die Formel:

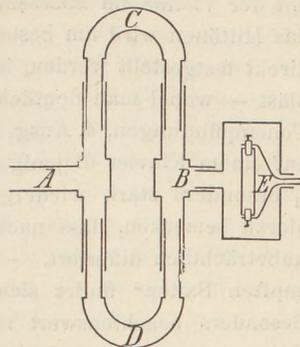
$$n^2 = 88,23 - 0,4044 \vartheta + 0,001035 \vartheta^2.$$

Ausser reinem Wasser untersuchte DRUDE den Brechungsexponenten einiger wässriger Lösungen mit wachsender Concentration. Benutzt wurde dabei immer der zuerst genannte Erreger ( $\frac{1}{2}\lambda = 37$  cm); der Trog wurde abwechselnd mit der Lösung und mit destilliertem Wasser gefüllt. Es zeigte sich, dass bei Lösungen von Kupfersulfat und Kochsalz der Brechungsexponent nur von der Leitungsfähigkeit abhängt. Bis zur Leitungsfähigkeit  $K = 5 \cdot 10^{-7}$  (bezogen auf Quecksilber als Einheit) war der elektrische Brechungsexponent innerhalb 1 Prozent noch derselbe wie bei reinem Wasser. Von der Leitungsfähigkeit  $7000 \cdot 10^{-10}$  an war eine Vergrösserung des elektrischen Brechungsexponenten der Lösung gegenüber dem des reinen Wassers bemerkbar, die allerdings sehr gering war. Eine Lösung, die über 1000 mal besser leitet als das benutzte destillierte Wasser, hat einen um nur  $1\frac{1}{2}$  Prozent grösseren Brechungsexponenten. Die Lage der Knoten und Bäuche wird dabei nur von der Leitfähigkeit, nicht von der Natur des Salzes bestimmt. Bei grosser Concentration der Lösung wurde die Beobachtung wegen der Absorption der Wellen sehr schwierig, ja zuletzt unmöglich.

Ganz anders als die genannten elektrolytischen Lösungen mit hoher Leitfähigkeit verhielten sich Rohrzuckerlösungen, indem hier eine bedeutende Verkleinerung des Brechungsexponenten mit erhöhter Concentration zu bemerken war. Die Lösungen zeigten ebenfalls anomale elektrische Absorption und anomale elektrische Dispersion und zwar um so mehr, je höher die Concentration ist. Eine 65 proz. Rohrzuckerlösung absorbiert die Wellen ebenso wie eine elektrolytisch leitende wässrige Lösung der Leitfähigkeit  $K = 3 \cdot 10^{-7}$ . Schk.

**Interferenz elektrischer Wellen.** Einen Versuch, elektrische Wellen in ähnlicher Weise, wie Quincke es mit Schallwellen gethan, zur Interferenz zu bringen, hat V. v. LANG (*Wied. Ann.* 57, 430, 1896) angestellt. Als Erreger benutzte er die Righische Anordnung (*d. Ztschr.* VII 32), als Empfänger eine mit Metallfeilicht gefüllte Glasröhre, die in einen Stromkreis eingeschaltet ihren Widerstand bei elektrischer Bestrahlung ändert (*s. diese Ztschr.* VII 99, IX 131). Vor dem Erreger befand sich ein 59 mm weites Papprohr A, an dessen Ende senkrecht zu seiner Achse zwei bis 200 mm ausziehbare U-förmige Seitenrohre C und D angesetzt waren. Beide U-Rohre vereinigen sich an ihrem anderen Ende wieder in einem Papprohr B, das in

der Verlängerung von *A* sich befand und direkt in den Raum führte, in welchem der oben erwähnte Empfänger befestigt war. Eine elektrische Welle gelangt mithin von dem Erreger in das Rohr *A*, teilt sich an dessen Ende in 2 Teilwellen, welche die U-Röhre *C* und *D* durchlaufen und im Rohr *B* wieder vereinigt werden, um von hier aus den Empfänger zu beeinflussen. Bei den Versuchen wurde das eine U-Rohr beinahe ganz hineingeschoben, das andere dagegen allmählich bis zu 100 mm ausgezogen und die hierbei eintretenden Widerstandsänderungen an einem Galvanometer gemessen. Es zeigte sich, dass bei etwa 11 und 55 mm Auszugsweite Maxima, bei ungefähr 33 und 77 mm Minima der Galvanometerausschläge eintraten, dass also in der That beide Wellenzüge nach ihrer Vereinigung sich bald stärken, bald schwächen. Eine vollständige gegenseitige Vernichtung beider Wellen liess sich allerdings nicht nachweisen, was v. LANG der unvollkommenen Ausführung des Apparates zuschreibt.



v. LANG versuchte weiter, die ausziehende U-Röhre durch ein Dielektricum auszufüllen und vermittelst der dabei entstehenden Verschiebung der Maxima und Minima den Brechungsexponenten des Dielektricums zu bestimmen. In der That ergab sich bei der Füllung der Röhre mit Paraffin eine solche Verschiebung sehr deutlich. v. LANG berechnet aus den bei verschiedenen Paraffincylindern gefundenen Zahlen den Brechungsexponenten des Paraffins zu 1,65 bis 1,7. Bei Füllung des einen U-Rohres mit Schwefel schienen die Interferenzmaxima und Minima weniger markiert; der Brechungsexponent ergab sich zu 2,333 bis 2,367. Die Zahlen für beide Körper sind höher, als sie Righi gefunden hatte.

Schk.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Die Violine als akustischer Apparat.** Von Dr. L. FERNBACH. Siebente städt. Realschule zu Berlin, Ostern 1896. Progr.-No. 121. 26 S.

Die Abhandlung enthält verschiedene wertvolle Versuche, die in der That dazu auffordern, die Violine beim akustischen Unterricht nicht unberücksichtigt zu lassen. Nach einleitenden Bemerkungen über die Verwendbarkeit der Violine als akustischen Apparates, wobei der Verfasser hervorhebt, dass eine Violine überall schon wegen des Gesangsunterrichtes vorhanden ist, und mit Recht auf den didaktischen Nutzen hinweist, dass die violinspielenden Schüler die Versuche zu Haus wiederholen können, — werden in 10 Abschnitten behandelt: Transversalschwingungen gespannter Saiten, das Phänomen des Mittönens, die Schwingungsform der gestrichenen und gezupften Saiten, die Tonhöhe, die Tonstärke, die Klangfarbe, Schwebungen, Longitudinaltöne der Saiten, Chladnische Klangfiguren, Combinationstöne; von diesen Abschnitten sind allerdings einige von geringem Belang und erscheinen nur einer gewissen äusseren Abrundung der Arbeit zu Liebe hinzugefügt.

Im ersten der genannten Abschnitte wird gezeigt, dass eine Saite auch in mehreren Abteilungen schwingen kann, wenn durch Aufsetzen eines Pinsels Knotenpunkte erzeugt werden. Zur Abmessung soll auf das Griffbrett unter die Saiten ein schmaler Papierstreifen mit cm-Teilung gelegt werden, im übrigen bedient man sich zum Nachweise der Schwingungsknoten und -bäuche der Reiterchen. Diesen Versuchen, sowie einigen weiteren, in denen die Violine lediglich als Monochord benutzt wird, können wir nur den oben erwähnten didaktischen Nutzen zusprechen; im übrigen wird die Violine nie ein Monochord (das überall vorhanden sein muss, wo Unterricht in der Akustik erteilt wird) ersetzen können. — Das Phänomen des Mittönens lässt sich auf der Violine durch mehrere kleine charakteristische Versuche demonstrieren. Spielt man  $e_2$  auf der A-Saite, so klingt der Ton besonders voll; setzt man während des Spielens einen Finger in leiser Berührung auf die E-Saite, hebt und senkt ihn abwechselnd, so nimmt die Klangfülle jedesmal bei der Berührung der Saite ab zum Beweise dafür, dass die E-Saite mittönt. Letzteres geschieht nicht, sobald das  $e_2$  ein wenig verstimmt gegriffen wird. Das Mittönen wird noch auf-

fallender, wenn man den Ton  $e_2$  auf der D- oder G-Saite hervorbringt. Ebenso kann man die andern Saiten zum Mitschwingen veranlassen, z. B. wenn  $a_1$  auf der D- oder G-Saite gespielt wird. Um den Nachweis des Mitschwingens auch für das Auge zu führen, wird empfohlen, mit der Violine im Klassenzimmer umherzugehen oder Papierreiterchen anzuwenden. An das Mitschwingen wird am besten die Resonanz angeschlossen; der Eigenton der Violine kann direkt festgestellt werden, indem man einen Schlauch an das eine  $f$ -Loch hält und tüchtig bläst — wobei man deutlich den Ton  $c_1$  hört — oder indirekt (nach Helmholtz, Lehre v. d. Tonempfindungen, 4. Ausg. S. 147), indem man den Rücken der Violine an ein Ohr hält und auf einem Klavier diejenigen Töne herausucht, welche verstärkt werden, wobei wiederum  $c_1$  besonders stark wiedergegeben wird (über ein drittes Mittel s. weiter u.). Ref. möchte hierzu bemerken, dass nach seiner Erfahrung der Eigenton verschiedener Violinen nicht unbedeutend differiert. — „Über die Schwingungsformen der gestrichenen und gezupften Saiten“ findet sich eine besondere Mitteilung in dieser Zeitschr. IX 5, S. 238. — Besonders beachtenswert sind einige Versuche über Obertöne im Kapitel Klangfarbe. Es wird zunächst empfohlen, die Obertöne nicht in der natürlichen Reihenfolge hören zu wollen, sondern mit denjenigen Partialtönen anzufangen, die am leichtesten wahrgenommen werden, nämlich mit dem 3. und 5. Um  $a_2$  zu hören, wenn  $d_1$  auf der leeren D-Saite gestrichen wird, spiele man zuerst auf der A-Saite leise den Flageoletton  $a_2$  und streiche dann die leere D-Saite. Nach mehrmaligem Versuch wird man deutlich  $a_2$  im Klange  $d_1$  heraus hören. Hier wird sogar oft der Fall eintreten, dass dieser Oberton den gestrichenen Grundton zuerst an Stärke übertrifft, so dass man lediglich  $a_2$  zu hören vermeint. Die leere D-Saite gerät nämlich in Mitschwingungen, wenn zuerst  $a_2$  gestrichen wird, und zwar schwingt sie in 3 Abteilungen, wie sich durch aufgesetzte Reiterchen nachweisen lässt. Wird die so schwingende D-Saite nun selbst gestrichen, so behält sie vorerst noch diesen Schwingungszustand bei (diese Bedingung ist nach Ansicht des Ref. nicht so leicht zu erfüllen) und giebt zuweilen erst nach mehrmaligem Streichen den Grundton an, so dass sie als Ganzes schwingt. Aus diesem Klange ist nun der Oberton  $a_2$  leicht herauszuhören. Wird in ähnlicher Weise zuerst  $e_3$  auf der E-Saite als Flageoletton angegeben, so hört man beim Streichen der A-Saite deutlich  $e_3$  aus dem Klange des  $a_1$  (im Text steht versehentlich  $a_2$ ) heraus; hier hätte auf die besondere Deutlichkeit dieses Obertones hingewiesen werden können. Durch vorheriges Angeben der bezüglichen Flageoletttöne lässt sich nun auch die ganze Reihe der Obertöne eines Klanges, z. B. der kräftig gestrichenen leeren G-Saite erkennen.

Um die objektive Existenz der harmonischen Obertöne eines Klanges nachzuweisen, wird, in Anlehnung an Helmholtz, folgendes Verfahren angegeben. Um den Klang von  $g_1$ , der leeren G-Saite, zu untersuchen, setze man auf die drei anderen Saiten je ein Reiterchen. Streicht man nun immerfort die G-Saite, so bleiben zuerst alle Reiterchen in Ruhe; sobald man aber auf der D-Saite die Tonreihe  $e_1 f_1 g_1$  greift, so gerät bei  $g_1$  das Reiterchen in lebhaftere Bewegung; ebenso das auf der A-Saite, sobald man bei  $d_2$  angelangt ist, desgleichen das auf der E-Saite bei  $g_2$ . In höhere Lagen übergehend, findet man das Reiterchen noch in Bewegung beim Greifen von  $h_2 d_3 f_3$  (etwas zu tief gegriffen) und  $g_3$ , entsprechend dem 5. bis 8. Partialton von  $g$ .

Dies Verfahren lässt sich noch dahin abändern, dass man ein Reiterchen auf die G-Saite setzt und, von  $d_1$  beginnend, eine Tonreihe auf der D-Saite spielt; sobald man bei  $g_1$  angelangt ist, gerät die G-Saite in Schwingungen und zwar schwingt sie so, dass sich in der Mitte ein Knoten (im Text steht irrtümlich Bauch) befindet; ähnlich schwingt sie in 3 Abteilungen, sobald man, auf der A-Saite spielend, bei  $d_2$  anlangt. — Schwebungen lassen sich dadurch gut hervorbringen, dass man  $d_1$  auf der G-Saite greift, die G- und D-Saite zusammen anstreicht und nun den Finger auf der G-Saite um ein Geringes aus seiner Lage bringt. Um die Schwebungen dem Auge sichtbar zu machen, nach Art des Helmholtz'schen Verfahrens (zwei nahezu gleichgestimmte Stimmgabeln auf einem Resonanzboden, auf welchem eine gleichgestimmte Saite, versehen mit dem Fäserchen einer Feder, aufgespannt ist),

stimme man die A-Saite um eine Quinte herunter, so dass sie den Ton  $d_1$  giebt. An der Stelle, wo die Saite gewöhnlich mit dem Bogen gestrichen wird, befindet sich soviel Colophonium, dass ein Fäserchen einer Feder durch leichten Druck der Finger angeklebt werden kann. Greift man nun auf der G-Saite  $d_1$  oder einen davon etwas differierenden Ton, so kann man beim gleichzeitigen Streichen der D- und G-Saite die Schwebungen beobachten, d. h. die abwechselnd grossen und kleinen Bewegungen des Fäserchens bequem mit dem Auge verfolgen. — Longitudinaltöne kann man auf der Violine hervorbringen, indem man entweder die Saite unter einem spitzen Winkel mit dem Bogen streicht oder dieselbe an der immer mit Colophonium behafteten Stelle mit Zeigefinger und Daumen fasst und nach dem Stege zu reibt. Am besten eignet sich die G-Saite zu diesem Versuche, da sie einen tieferen Longitudinalton als die andern Saiten giebt (etwa  $e_3$ ; die andern Saiten geben  $d_4$ ,  $f_{is_4}$ ,  $g_{is_4}$ ). Stimmt man nun die G-Saite auf das „tiefere  $e$  mit 165 Schwingungen“ (bei dieser Angabe ist zu bemerken, dass Verf. leider bei den Berechnungen die veraltete Stimmung  $a_1 = 440$  Doppelschwingungen beibehalten hat, statt der gebräuchlichen normalen mit  $a_1 = 870$  Schwingungen, so dass, wenn man die eine oder andre gewisser berechneter Zahlen benutzen möchte, man genötigt ist, umzurechnen) oder auf „ $h$  mit  $247\frac{1}{2}$  Schwingungen“, so giebt sie immer denselben Longitudinalton  $e_3$ , zum Beweise, dass die Schwingungszahl  $N$  des Longitudinaltones unabhängig ist von der Spannung der Saite. Dass die erstere von der Länge der Saite abhängt, indem sie derselben umgekehrt proportional ist, kann man zeigen, indem man durch Aufsetzen eines Fingers auf die G-Saite nur ihre Länge ändert; so kann man nach einiger Übung auf der G-Saite den Durdreiklang in Longitudinaltönen  $e_3 g_{is_3} h_3$  ganz rein herausbekommen, indem man  $ghd_1$  greift, also die Saite erst um  $\frac{1}{5}$ , dann um  $\frac{1}{3}$  ihrer Länge verkürzt. — Für Combinationstöne erscheint die Violine nach den Darlegungen des Verfassers besonders ausgiebig. Um Combinationstöne (Differenztöne) hervorzurufen, muss man allerdings Doppelgriffe richtig zu spielen verstehen. Um mit dem am leichtesten hörbaren zu beginnen, spiele man  $a_1$  auf der A-Saite und  $f_2$  auf der E-Saite. Beim gleichzeitigen Erklingen hört man den tieferen Ton  $c_1$  mit  $704 - 440 = 264$  Schwingungen“ (261 normaler Stimmung) deutlich mittönen. Geht man zum Intervall  $a_1 - f_{is_2}$  über, so geht der Nebenton von  $c_1$  in  $d_1$  über, das noch recht kräftig erklingt. Die hervorstechende Stärke des Nebentones  $c_1$  soll sich daraus erklären, dass  $c_1$  der Eigenton des Violinkörpers ist; woraus sich andererseits ein Verfahren zur Aufsuchung des als unbekannt vorausgesetzten Eigentones der Violine ergibt. Auch durch Reiterchen lässt sich die objektive Existenz der Nebentöne darthun. Schliesslich stellt der Verfasser die von ihm gehörten Combinationstöne in einer Tabelle zusammen, aus der sich ergibt, dass beim gleichzeitigen Erklingen zweier primärer Töne sich die vollständige Reihe der harmonischen Obertöne herstellt.

Aus dem Angeführten wird man ersehen können, wieviel nutzbringende Momente die Arbeit enthält. Die Durchführung akustischer Erscheinungen und Gesetze an bekannten leicht zugänglichen Instrumenten — erst vor kurzem war an dieser Stelle über eine Abhandlung zu berichten, welche das Harmonium behandelt (d. Ztschr. IX 3, S. 150) — ist von besonderem Wert, weil der Schüler gelegentlich in die Lage kommen kann, gewisse Versuche selbständig zu wiederholen. Es wäre daher auch sehr wünschenswert, wenn jemand in ähnlicher Weise die Bearbeitung des Klavieres vornähme; dies Instrument ist zwar nicht ganz so ausgiebig, hat aber dafür den Vorzug allgemeiner Verbreitung.

O.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Der neue Kurbelwiderstand von Siemens & Halske.** In vielen Fällen ist die Anwendung von Kurbelwiderständen einfacher und bequemer als die von Stöpselwiderständen; sie erfordert aber einige Vorsicht, da an den Stellen, welche auf einander gleiten und schwer zu reinigen sind, sich im Laufe der Zeit Schichten von ziemlich erheblichem Übergangswiderstand bilden können, welche Fehler verursachen. Man war daher schon seit längerer Zeit bestrebt, die auf einander schleifenden Teile fest mit einander zu verbinden. In dem neuen Kurbelwiderstand, den A. RAPS in der *Zeitschr. f. Instr.* XVI 24, 1896 beschreibt, sind die

auf einander reibenden Teile so verbunden, wie *Fig. 1* darstellt. Die starke Stahlfeder *F* drückt die um den Zapfen *A* drehbare Kurbel soweit hinunter, dass sich die schräg gestellten

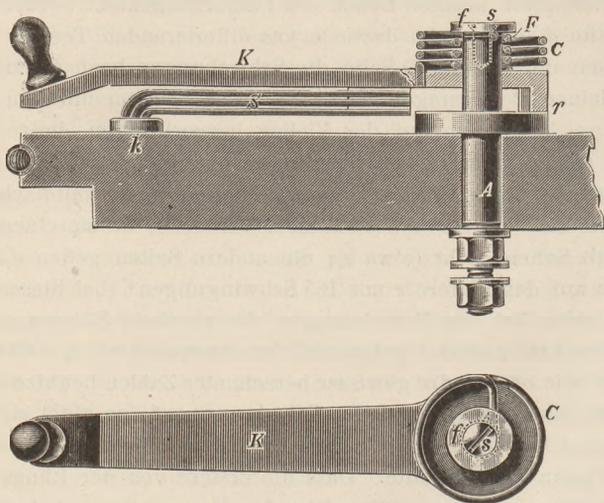


Fig. 1.

dünnen Stab aus Vulkanfaser aufgewickelt wurde, auf den man vorher ein Gewinde aufgeschnitten hatte. Auf dieser so ganz sicher gelagerten Spirale schleift eine Kontaktfeder, welche an einem um den Mittelpunkt der Ebonitscheibe drehbaren Hebel befestigt ist. Da der Widerstand der Spirale dem der kleinsten Abteilung entspricht, so kann man durch diesen Draht noch Bruchteile dieser Abteilung einschalten und sehr bequem einstellen. Bei genaueren Messungen

Kupferfedern *S* gegen die Knöpfe *k* und auf der anderen Seite der Ansatz *r* auf dem Flansch des Stiftes *A* anlegen. Die dicke Kupferspirale *C*, welche entweder aus einem Draht oder aus einem auf die hohe Kante gestellten dicken, mehrfach gerollten Kupferblech besteht, ist nun mit der Kurbel *K* und mit dem Stift *A* fest verbunden, so dass der Übergangswiderstand zwischen beiden niemals über einen gewissen Betrag steigen kann.

*Fig. 2* zeigt die Anordnung des Widerstandes für 4 Abteilungen in runder Form. Um den Umfang des Ebonitdeckels ist eine Drahtspirale herumgelegt, die auf einen

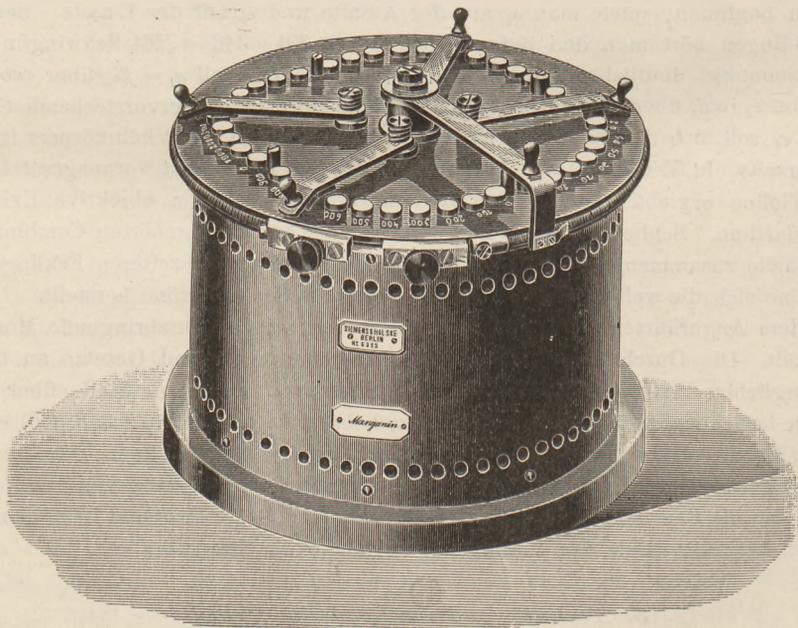


Fig. 2.

wird der Schleifkontakt ausgeschaltet, indem man den zu messenden Widerstand nicht mit den beiden seitlich angebrachten Knöpfen, sondern mit der mittleren Säule des Apparates und dem linken Knopfe verbindet. Der Apparat wird für zwei verschiedene Messbereiche, für zusammen 100000 und 10000 Ohm ausgeführt, im letzteren Fall ist die Abgleichungsspirale durch einen Draht ersetzt. Sollen die Apparate nur als Vorschaltwiderstände dienen, so werden die Rollen nur angenähert abgeglichen und einfache Kurbeln ohne Federn angebracht. *H.-M.*

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

Compendium der theoretischen Physik. Von Dr. Woldemar Voigt. Leipzig, Verlag von Veit & Comp. 1. Bd. (1895) 610 S. M. 14,— 2. Bd. (1896) 810 S. M. 18,—.

Wir wollen den Wert des vorliegenden Buches nicht nach dem Umstand beurteilen, dass es unserer Meinung nach nicht dem entspricht, was der Verfasser als seine Absicht in wenigen Worten voraussendet. „Das Werk ist zunächst bestimmt, die Studierenden der Mathematik und Physik soweit in die Grundlehren und Methoden der allgemeinen Mechanik einzuführen, als diese in den Vorlesungen über die einzelnen Teile der theoretischen Physik zur Anwendung kommen und als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Bei der stets wachsenden Bedeutung aber, welche theoretisch-physikalische, speziell mechanische Betrachtungen in den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaft gewinnen, dürfte auch den Studierenden der Chemie, Mineralogie, Physiologie u. s. w. ein Buch willkommen sein, das die analytische Mechanik nicht nach ihren mathematischen, sondern nach ihren physikalischen Beziehungen behandelt, und doch nur geringe mathematische Kenntnisse voraussetzt.“ Soweit ich mich auf meine eigenen, im Universitätsunterricht gesammelten Erfahrungen verlassen kann, möchte ich keinem Studierenden, zumal wenn er nicht Physiker, sondern Chemiker, Mineraloge etc. ist, vorliegendes Buch empfehlen, weil ich es für eine Entweihung halte, ein Werk, das nicht nur eine hervorragende wissenschaftliche Leistung, sondern noch viel grösser als Kunstwerk ist, unwissenden Schülern in die Hände zu geben. Der künstlerische Aufbau des ersten Bandes ist einzig in seiner Art. Den richtigen Genuss davon wird und kann aber der Studierende nicht haben, sondern nur der Kenner. Dass dem Verf. selbst diese Ansicht vorschwebte, er sie aber in seiner Bescheidenheit nicht aussprach, geht wohl am deutlichsten aus folgenden Worten des Vorworts hervor: „Je weiter die theoretische Physik sich entwickelt, und je gewaltiger die Werke anschwellen, welche einzelne Teile derselben erschöpfend zu behandeln bestrebt sind, um so gebieterischer stellt sich das Bedürfnis nach einer kurzen zusammenfassenden Darstellung der gewonnenen Resultate heraus, welche dem Lernenden nach Bewältigung einiger Spezialgebiete einen Überblick über die gesamte Disciplin zu erwerben gestattet. Eine solche Darstellung, die, wenn sie die Kürze nicht auf Kosten der Strenge und Vollständigkeit erzielt, auch dem reifen Forscher willkommen sein dürfte, fehlte bisher in der deutschen Litteratur.“

Es muss hervorgehoben werden, dass die Anerkennung, welche wir dem vorliegenden Werk zollen, hauptsächlich dem ersten Band gilt; ist ja hier dem Ziel der physikalischen Sehnsucht, alle Erscheinungen auf mechanische zurückzuführen, in grossem Maass Genüge gethan. Weniger begeistern konnten wir uns für den zweiten Band, welcher uns lange nicht so hypermodern als der erste erscheint.

Zum Beleg des bisher Gesagten gehen wir auf einige Teile des Buches etwas näher ein. Warum soll Voigts Compendium für den Anfänger nicht geeignet sein? Wir wollen das Buch durch einige herausgerissene Stellen selbst antworten lassen. „Ist der Ort eines materiellen Punktes durch seine Koordinaten  $x, y, z$  in Bezug auf ein absolut festes Coordinatensystem gegeben, so wird seine Bewegung durch deren Abhängigkeit von der Zeit bestimmt, d. h. durch drei Beziehungen von der Form:  $x = \varphi(t), y = \psi(t), z = \chi(t)$ .“ „Aus den Gleichungen leiten wir durch Differentiation ab  $\frac{dx}{dt} = u, \frac{dy}{dt} = v, \frac{dz}{dt} = w$ .  $u, v, w$  betrachten wir als Componenten eines Vektors  $V$ , den wir die Geschwindigkeit des Punktes nennen.“ In noch viel abstrakterer Weise wird der Begriff der Flächengeschwindigkeit und des Drehungsmomentes eingeführt. Dasselbe können wir von der Definition der inneren Reibung und in noch erhöhtem Maass von der Darstellung des thermischen Kreisprozesses sagen. Wir könnten diese Aufzählung sehr weit ausspinnen. Es wird der Pädagoge fast auf jeder Seite Stellen finden, deren Verständnis sicherlich nur ganz ausserordentlich begabten Schülern zugänglich ist. Kein theoretisches Ergebnis wird dem Studierenden zu Fleisch und Blut, so lange er es nicht an einer Reihe concreter Fälle erprobt sieht. Welcher Lehrer kann sich z. B. ein Lehrbuch der Mechanik denken, in dem die Keplerschen Gesetze nicht entwickelt sind, oder welches mitten in der Mechanik die Elektrizität in einer Art und Weise behandelt, welche die vollständige Kenntnis dieses Gegenstandes bereits voraussetzt?

Andererseits aber betrachten wir es gerade als die vornehmste Eigenschaft des Voigtschen Werkes, dass es in erster Linie die gesamte Physik auf die Bewegungslehre zurückzuführen sucht. Demgemäss erfreut sich u. a. die cyklische Bewegung einer aufmerksamen Behandlung, und es ist in sehr exakter und kurzer Darstellung gezeigt, wie man aus der Theorie der cyklischen Bewegung ohne weiteres in das Gebiet der mechanischen Wärmetheorie und der Elektrizitätstheorie hinübergelangen. Überhaupt ist allenthalben auf den inneren Zusammenhang der verschiedenen Naturvorgänge hingewiesen. Es hat uns gefreut, die innige Beziehung zwischen Hydrodynamik und Elasticitätstheorie,

die Gleichheit von elastischer Nachwirkung und Flüssigkeitsreibung besonders betont zu finden. Ferner wissen wir es auch zu würdigen, dass bei gegebener Gelegenheit stets auf formale Analogieen aus verschiedenen physikalischen Gebieten eingegangen wird.

Nach all dem braucht wohl nicht besonders gesagt zu werden, dass uns die Lektüre häufig ganz originelle Darstellungen vermittelt. Wir wollen hier die Behandlung der gleitenden Reibung, insbesondere für einen ruhenden Punkt anführen, die Ableitung der Eigenschaften der inneren Kräfte eines Punktsystems, die Anführung der Mathieschen Potentialfunktion, den ausdrücklichen Hinweis, dass in Flüssigkeiten mit innerer Reibung die Sätze der Wirbelbewegung nicht gelten, die Einführung der Temperatur als Fundamentalgrösse von der Dimension  $u$  u. s. w.

Dankbar sind wir dem Verf. dafür, dass er als Begründer der kinetischen Gastheorie ohne weitere Namensnennung einfach D. Bernoulli hinstellt. Hingegen müssen wir es wohl mehr als einen Akt der Pietät ansehen, wenn den W. Weberschen Gesetzen ein besonderes Kapitel gewidmet wird. Überhaupt wird sich niemand wundern, wenn wir Voigts Compendium der Physik bei der Reichhaltigkeit seines Inhalts nicht völlig fehlerlos finden. Es mag z. B. der persönlichen Vorliebe des Verf. anzurechnen sein, wenn vielen die Eigenschaften der Krystalle gegenüber anderen Partien als zu ausführlich behandelt erscheinen. Direkt befremdlich fanden wir es, zur Begründung der Avogadro'schen Regel die Chemie herangezogen zu sehen. Gar nicht billigem können wir die Definition: „Als ein ideales Gas bezeichnet man ein Gas dann, wenn seine Verdünnung so gross ist, dass von allen Wechselwirkungen zwischen seinen Molekeln abgesehen werden kann.“ Bei dieser Anschauung wäre es z. B. gar nicht möglich, eine Theorie der inneren Reibung eines idealen Gases zu geben. Ferner wird kaum jemand begreifen, dass man die Wirkung unendlich kleiner Ströme auf einander als Erfahrungsthat'sache ansehen kann. Verfehlt erscheint auch das folgende Beispiel: „Eine antreibende Kraft von nahe constanter Grösse  $K_0$  erfährt eine steigende Rakete; unter Berücksichtigung des Luftwiderstandes wirkt auf sie tangential  $K = K_0 - K_1(V)$ , demnach eine Kraft, die mit wachsender Geschwindigkeit ihr Vorzeichen umkehrt und aus einer antreibenden zu einer hemmenden wird.“ Aber in diesem Fall ist  $K_0$  niemals kleiner als  $K_1(V)$ , mithin kann  $K$  niemals das Vorzeichen wechseln, abgesehen davon, dass aus der Bezeichnung  $K_1(V)$  noch gar nicht hervorgeht, dass diese Funktion mit  $V$  wachsen muss. Doch wollen wir uns durch kleinliche Ausstellungen den wahren Wert des besprochenen Werkes nicht verdunkeln. Wir empfehlen es aufs wärmste jedem — Fachmann. *G. Jaeger.*

**Magnetische Kraftfelder.** Die Erscheinungen des Magnetismus, Elektromagnetismus und der Induktion, dargestellt auf Grund des Kraftlinien-Begriffes von H. Ebert, Prof. d. Physik a. d. Universität Kiel. I. Teil. Mit 93 Abbildungen im Text und auf zwei Tafeln. Leipzig, J. A. Barth, 1896. XVIII u. 224 S. M. 8.

Seit den entscheidenden Arbeiten von Hertz sind mehrere treffliche Werke erschienen, in denen die neueren Anschauungen über das Wesen der magnetischen, elektrischen und optischen Erscheinungen von ganz hervorragenden Gelehrten theoretisch auseinandergesetzt wurden. In dem vorliegenden handlichen Lehrbuch, das aus den Vorlesungen des Verfassers hervorgegangen ist, sind diese Auffassungen durchweg dem neuesten Stande der theoretischen Erkenntnis entsprechend aus ihren einfachsten Grundlagen durch Versuche systematisch und dabei leicht fasslich in dem Umfange entwickelt, in welchem sie heutzutage in den Rahmen einer Vorlesung über Experimentalphysik aufzunehmen sind. In dem ersten mehr vorbereitenden Teile des Werkes werden an einfachen Beispielen, die zumeist schon aus den Anfängen des Physikunterrichts bekannt sind, die neuen und für den weiteren Ausbau wichtigen Begriffe erläutert und eingeübt. Umfangreiche mathematische Entwicklungen sind ganz vermieden und die Versuche überall in den Vordergrund gestellt. Die grundlegenden Begriffe des magnetischen Kraftfeldes und der Kraftlinien werden bereits bei der Besprechung des natürlichen Magnets eingeführt. Auch bei der Lehre vom galvanischen Strome sind die Feldeigenschaften vorangestellt und damit die Teile der Elektrizitätslehre in den Vordergrund gerückt, deren Anwendungen besonders wichtig sind.

In dem Buche sind eine ganze Reihe neuer und sehr einfacher Apparate und Modelle ausführlich beschrieben, die sich in den Vorlesungen des Verfassers zu Erlangen, Leipzig und Kiel bei der Erläuterung der Begriffe und Gesetze, welche für die neuen Anschauungen grundlegend sind, sehr bewährt haben. Die entscheidenden Versuche sind mit grossem Geschick so dargestellt, als ob der Leser sie anstellen sollte, wodurch erreicht wird, dass die eigentlichen Ergebnisse scharf hervortreten. Mechanische Modelle, durch die anschauliche physikalische Vorstellungen für die entsprechenden Erscheinungen gewonnen werden (vgl. Maxwell, Über Faradays Kraftlinien, Ostwalds Klassiker No. 69 S. 4), hat Ebert beständig und allseitig verwertet und damit ein neues Unterrichtsverfahren erfolgreich angebahnt.

Für den Lehrer der Physik sind die Ausführungen des Verfassers über den hohen unterrichtlichen Wert des Kraftlinienbegriffs von grossem Interesse. Er hat sich bei seinen Vorlesungen davon überzeugt, dass durch die Einführung und beständige Anwendung des Kraftlinienbegriffs das ganze Gebiet der magnetischen und elektrischen Erscheinungen in einheitlicher und vollkommen wissenschaftlicher Weise behandelt werden kann. Die einzelnen Erscheinungsgruppen stehen nicht mehr unvermittelt nebeneinander, sondern sind zu einer Kette innerlich notwendig aus- und aufeinander folgender Thatsachen verbunden. Ferner gewinnen die einzelnen Gesetze sehr an Anschaulichkeit, da man sie unmittelbar aus den Kraftlinienbildern ablesen kann. Er hält es daher für wichtig, den Elementarunterricht den Vorstellungen anzupassen, welche der herrschenden Theorie zu Grunde liegen und gleichzeitig in der Praxis, der hoch entwickelten Technik, die grösste Rolle spielen, denn nur dadurch bleibt die Continuität für den nach der einen oder anderen Seite weiter Lernenden gewahrt. Steht man noch unter dem bestrickenden Einfluss des so klar und anschaulich geschriebenen trefflichen Buches und schlägt man dann in irgend einem der landläufigsten Lehrbücher den Abschnitt über Magnetismus auf, so wird man nicht leugnen können, dass hier unbedingt mit manchem Veralteten aufgeräumt werden muss; denkt man aber an die Bestimmungen der Lehrpläne, an die geringe Zeit, die dem physikalischen Unterricht zur Verfügung steht, versucht man ferner einmal, sich z. B. das achte Kapitel des Buches, das die einachsigen Magnetkraftfelder (den einfachen Strom) behandelt, für den Klassenunterricht zurechtzulegen, so sieht man sofort, dass die Frage der Einführung des Kraftlinienbegriffs in den Schulunterricht zwar sehr erheblich gefördert, aber auch jetzt noch nicht völlig gelöst ist.

Der Verleger hat das Buch sehr gut ausgestattet. Die meisten Figuren, darunter die recht schwierig herzustellenden Kraftlinienbilder und Felddiagramme, sind vorzüglich gelungen; dagegen sind die Lichtbilder einiger Modelle und eines Apparates zu undeutlich ausgefallen (Fig. 19, 40, 41, 65 und 84); in Fig. 58 ist die Bezeichnung nicht richtig. *Hahn-Machenheimer.*

**Grundgesetze der Molekularphysik.** Von Th. Schwartz, Ingenieur. Mit 25 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber, 1896. XIV u. 209 S. 4 M.

Auf der Grundlage des Parallelogrammgesetzes der Kräftezusammensetzung wird versucht, eine allgemeine für Statik und Dynamik gültige Grundformel zu entwickeln, aus welcher die Formeln aller mechanisch-physikalischen Grundprinzipien abgeleitet werden sollen, wodurch der Beweis geliefert werde, dass das ganze Naturgetriebe, das auf dem Dualismus von Wirkung und Gegenwirkung beruhe, sich in Schwingungen und Drehungen vollziehe. Das Buch ist zum grössten Teile eine Erweiterung und Ergänzung der grundlegenden Abschnitte von des Verfassers „*Lehre von der Elektrizität und deren praktische Verwendung*“ und teilt alle Vorzüge und Schwächen dieses Werkes. (Vgl. d. Zeitschr. IX 153.) Als Anhang ist dem Buche eine auf neuere Beobachtungen begründete Farbenlehre beigelegt, wodurch der in der Newtonschen Annahme liegende Widerspruch, dass weisses Licht zugleich vielfarbiges Licht sei, beseitigt werden soll. Die hierbei wieder in Erinnerung gebrachten Versuche von Talbot und Fechner (*Pogg. Ann.* XXXV 465 u. XLV 327) und der neue Versuch auf S. 205, der übrigens auch von Charles Benham in Colchester 1894 angestellt worden ist (*Naturw. Rdsch.* XI 470), verdienen entschieden Beachtung. *Hahn-Machenheimer.*

**Populär-wissenschaftliche Vorlesungen.** Von Professor Dr. E. Mach. Mit 46 Abbildungen. Leipzig, Johann Ambros. Barth, 1896. 335 S. M. 5,00; geb. M. 5,75.

Bereits beim Erscheinen der amerikanischen Ausgabe ist (d. Zeitschr. VIII 281) auf den Wert und den reichen Inhalt dieses Buches hingewiesen worden. Der damals geäusserte Wunsch nach einer deutschen Ausgabe ist nun in Erfüllung gegangen, und vielfache Anregungen wird namentlich der physikalische Unterricht daraus entnehmen können. Erwähnt sei nur, dass die Vorlesung über Lichtgeschwindigkeit eine wahrhafte Musterlektion darstellt, und dass die Grundbegriffe der Elektrostatik in einer mehr wissenschaftlichen als populären Vorlesung eine ebenso anschauliche wie gründliche Darstellung finden. Eine besondere Bedeutung darf der Aufsatz über das Prinzip der Erhaltung der Energie im Hinblick auf die heut stattfindenden Controversen beanspruchen, da er über Definition und Tragweite des Begriffes der Energie Aufklärungen giebt, die sonst vielleicht nirgends zu finden sind. Dass die Bewegungsvorstellung der Wärme unwesentlich, und dass überhaupt die Zurückführung aller physikalischen Vorgänge auf Bewegung ein chimärisches Ideal ist, wird manchen befremden, der mit diesen Vorstellungen im Unterricht wie mit Thatsachen zu arbeiten pflegt. Auch hier wird der gesunde Thatsächlichkeitsinn, der das ganze Buch durchzieht, läuternd auf den Betrieb des Unterrichtes einwirken. Den zwölf Vorlesungen der Chicagoer Ausgabe sind in der vorliegenden noch drei weitere hinzugefügt: Zur Geschichte der Akustik (vgl. d. Zeitschr. VI 39), über die Grundbegriffe der Elektrostatik (1883) und über den Einfluss zufälliger Umstände auf die Entwicklung

von Erfindungen und Entdeckungen (1895). Der letztere gehört neben einigen anderen dieser Sammlung (Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken, das Prinzip der Vergleichung in der Physik) dem speziellen Gebiet der Philosophie der Physik an, dem der Verfasser stets besondere Vorliebe zugewendet hat. P.

**Die Spectralanalyse.** Von Dr. John Landauer in Braunschweig. Mit 44 eingedruckten Holzstichen und einer Spectraltafel. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1896. VIII u. 174 S. M. 4.

Das Buch ist eine Sonderausgabe des kürzlich im Fehling-Hell'schen Neuen Handwörterbuch der Chemie veröffentlichten Artikels über Spectralanalyse. In engem Rahmen ist ein reicher Stoff zusammengedrängt, so dass ein Bild gegeben wird vom heutigen Stande der Spectralanalyse, wobei auch die im Forschungsgebiet noch vorhandenen Lücken aufgedeckt werden, um demselben neue Arbeiter zuzuführen. Sowohl die Methode der Forschung wie auch die Ergebnisse derselben z. B. bezüglich aller einzelnen chemischen Elemente finden eingehende Darstellung. Beim Helium (S. 92) konnten auch die umfangreichen Forschungen Norman Lockyers, sowie das Endergebnis der Untersuchungen von Runge und Paschen (von welchen Forschern nur angeführt ist, dass sie die Linie  $D_3$  als Doppellinie erkannten) Erwähnung finden. Die Schlusskapitel behandeln: Das Sonnenspectrum; die übrigen Himmelskörper; Nordlicht, Zodiakallicht, Blitz; Linienverschiebung. Die Beigabe sehr umfangreicher Litteraturnachweise ist eine besonders charakteristische Seite des wertvollen Buches. O. Ohmann.

**100 einfache Versuche zur Ableitung elektrischer Grundgesetze.** Von Prof. Fr. Busch, Münster i. W., Aschendorffsche Buchhandlung, 34 S., M. 0,75.

Die Schrift bringt eine Zusammenstellung von Versuchen, die Reibungselektrizität betreffend, die sich mit derartig einfachen Mitteln ausführen lassen, dass jedermann und namentlich jeder Schüler die Experimente selbst und so gut wie kostenlos anstellen kann. Einige Blätter Papier, einige Siegelackstangen, etwas verzinkter Eisendraht und dergleichen bilden das Material, mit dem operiert wird. Gewiss ist jeder Fachmann imstande, ohne weiteres einige Versuche anzugeben, die mit diesen Mitteln möglich sind. Aber man erstaunt doch über die Fülle von wirkungsvollen und lehrreichen Experimenten, die der Verfasser mit diesem Material erzielt. Die elektrische Anziehung und Abstossung, der Unterschied zwischen guten und schlechten Leitern, die elektrische Influenz, der Sitz der Ladungen, die Spitzenwirkung, das Elektrophor u. s. w. werden in zahlreichen Versuchen vorgeführt, und die gewonnenen Resultate in nachfolgenden Betrachtungen zusammengefasst und zur Aufstellung der elektrischen Grundgesetze verwertet. Besonders bemerkenswert ist das bei den Versuchen vielfach benutzte, aus Draht und Papier construierte Elektroskop, das mit hoher Empfindlichkeit einen weithin sichtbaren Ausschlag verbindet und sich deshalb auch vorzüglich für den Schulgebrauch eignen möchte. Bemerkenswerth sind auch die mit Schichten von Papierblättern angestellten Versuche, die nach dem Elektrisieren auseinander genommen werden und Erscheinungen zeigen, die auch dem Fachmanne zu denken geben. Die Anweisungen zum Experimentieren sind sehr klar geschrieben und bekunden den gewiegten Pädagogen. Wir empfehlen die kleine Schrift allen Lehrern der Physik, besonders zur Verbreitung in Schülerkreisen. Sie wird den empfänglichen Schüler anregen, manche sonst müssig verbrachte Stunde nützlich zu verwerten, ihn veranlassen, Hand, Auge und Beobachtungssinn zu üben, und sein Interesse an der Physik mächtig beleben. Püning.

**Repetitorium der Chemie.** Von Dr. Carl Arnold. 7. verbesserte und ergänzte Auflage. Hamburg und Leipzig, Leopold Voss. 1896. XII u. 606 S. geb. M. 6,—.

Die schnelle Aufeinanderfolge der Auflagen (vergl. d. Zeitschr. VIII 177) dient zum Beweise, dass das hauptsächlich für Mediziner und Pharmaceuten bestimmte, indessen auch für andere Kreise durchaus brauchbare Buch seinem Zweck gut entspricht. Den Erfolg verdankt es wohl nicht zum mindesten dem Umstande, dass es auf allen Gebieten nicht nur die letzten Resultate, sondern auch die neuesten Anschauungen in knapper Form zum Ausdruck bringt. Beiläufig sei erwähnt, dass das unglückliche, wohl kaum noch ausmerzbar Wort Stöchiometrie sich von *στοιχείον*, nicht von *στοικεῖον* (S. 8) ableitet. O. Ohmann.

## Versammlungen und Vereine.

### Internationale Katalog-Conferenz in London.

In den Tagen vom 14.—17. Juli d. J. hat in London eine vorbereitende Conferenz stattgefunden, deren Gegenstand die Herstellung eines internationalen fortlaufenden Katalogs der wissenschaftlichen Litteratur auf dem Gebiete der Mathematik und der Naturwissenschaften war. Abgeordnet

waren dazu aus Deutschland die Herren Dyck (München), Dziatzko (Göttingen), Van 'tHoff (Berlin), Möbius (Berlin), Schwalbe (Berlin), aus Österreich die Herren Mach und Weiss (Wien). Von der Royal Society in London war der Plan entworfen, vom Jahre 1900 an laufende vollständige litterarische Übersichten für alle Gebiete der exakten Wissenschaften zusammenzustellen und sofort zugänglich zu machen, dann aber auch in gewissen Zwischenräumen in Buchform erscheinen zu lassen. Der Katalog ist sowohl als Autoren- wie als Sachkatalog geplant. Die Verhandlungen führten zur Annahme einer Reihe allgemeiner Gesichtspunkte, die den Einzelstaaten unterbreitet werden sollen, da ohne deren Mitwirkung die Durchführung des Planes nicht möglich schien.

Die Organisation des Unternehmens ist folgendermaassen gedacht: Ein jedes Land trägt dafür Sorge, dass die sämtlichen in demselben erscheinenden Publikationen nach bestimmtem, noch festzustellendem Plane für jede Wissenschaft getrennt katalogisiert und geordnet werden. Diese Spezialkataloge geben die Litteratur zuerst auf Slips (Fahnen, Streifen) oder Karten, aus denen dann der weitere Katalog sich aufbaut. Es werden dabei auch die verwandten Gebiete der einzelnen Wissenschaften berücksichtigt und aus der Technik, Medizin, dem Ackerbau und sonstigen Gebieten, welche die Naturwissenschaften gebrauchen, diejenigen Arbeiten, welche für die Förderung der einzelnen Wissenschaften von Wichtigkeit sind oder sein können, aufgenommen, so dass dieser Katalog nur von solchen, die mit dem betreffenden Fache wohl vertraut sind, zusammengestellt werden und von allen, die mit jenen Anwendungen zu thun haben, sowie von dem Fachmann selbst mit Vorteil benutzt werden kann. Der Hauptkatalog wird aus diesen Katalogen von einer Centralstelle, als welche London angenommen wurde, zusammengearbeitet. Als Sprache dieses Katalogs wurde das Englische acceptiert, einmal wohl, weil es sich vorzüglich für solche Kataloge wegen der Kürze und Klarheit des Ausdrucks eignet, dann auch, weil es die verbreitetste Sprache ist und die Royal Society dadurch, dass sie die Vorbereitungen und die Zusammenstellung des ganzen Katalogs übernimmt, einen gegebenen Mittelpunkt bildet.

Ganz besondere Schwierigkeiten wird der Sachkatalog machen; bei der Ordnung nach Stichwörtern ist es in manchen Wissenschaften (Mechanik, Physik) sehr schwierig, solche die Sache deckende Ausdrücke zu finden, während bei Wissenschaften, wo der betreffende Körper den Mittelpunkt der Forschung bildet (wie vielfach in der Chemie, Botanik etc.), sie sich von selbst bieten. Allgemeine Stichwörter aber, wie elektrisches Licht, Capillarität u. s. w., haben nur geringen Wert, da dann die Fülle der Arbeiten das Auffinden erschwert. Ebenso bietet die Herstellung eines Sachkatalogs, nach den wissenschaftlichen Systemen geordnet, viel Schwierigkeit, da eine allgemein geltende systematische Einteilung der einzelnen Wissenschaften mit weitgehenden Unterabteilungen, die oft nicht bestimmt abgrenzbar sind, nicht vorhanden ist; auch das in den letzten Jahren von Belgien aus vorgeschlagene Ziffernsystem (Decimalsystem), nach dem die Ziffern in der ersten Stelle von 0 bis 9 die Hauptwissenschaft, die in der zweiten Stelle eine erste Hauptabteilung bedeuten u. s. w., fand nur wenig Anhänger. Man überliess diese Frage, wie manche andere, späteren Beratungen, da es unmöglich war, sofort alle Einzelheiten in Betracht zu ziehen.

Als organisierende und ausführende Körperschaft ist ein International Council, der wohl von den beteiligten Regierungen zu wählen wäre, und ein internationales Bureau, das die Arbeit nach den vom Council gegebenen Direktiven durchführt, vorgesehen. Jedes Land hätte dann selbst noch seine Einrichtungen zu treffen, die den allgemeinen oder centralen Einrichtungen folgen müssten; denn die einzelnen Länder müssen, wenn der Katalog überhaupt zu stande kommen soll, die Litteraturzusammenstellungen in entsprechender Weise ausführen.

Aus den Beschlüssen der Conferenz (die in der Nature No. 1394 und 1395 veröffentlicht sind) mögen folgende, die sich auf die Einrichtung des Kataloges beziehen, hervorgehoben werden:

12. Es ist wünschenswert, vermittels einer internationalen Organisation einen vollständigen Katalog der wissenschaftlichen Litteratur zusammenzustellen und zu veröffentlichen, geordnet sowohl nach dem Inhalt, als auch nach den Namen der Verfasser.

16. Jedes Land, welches sich bereit erklärt, an der Arbeit teilzunehmen, soll mit der Aufgabe betraut werden, in Übereinstimmung mit den von dem International Council vorgeschriebenen Regeln das Material über alle einschlägigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen des betreffenden Landes zu sammeln, provisorisch zu klassificieren und dem centralen Bureau zu übermitteln.

17. Bei der Aufzeichnung der Abhandlungen und Bücher soll nicht nur der Titel derselben, sondern auch der Inhalt berücksichtigt werden.

20. Es soll das System, nach welchem das Material für den Katalog in jedem Lande gesammelt und vorbereitet wird, der Zustimmung des internationalen Ausschusses (International Council) unterworfen sein.

21. Bei der Beurteilung, ob ein Beitrag zur Eintragung in den Katalog geeignet ist, soll der Inhalt berücksichtigt werden, ohne Rücksicht auf den Ort oder die Art der Veröffentlichung.

25. In den in Rede stehenden Katalog sollen alle Beiträge zur Mathematik und zu den Naturwissenschaften aufgenommen werden, wie (z. B.) zur Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, zur mathematischen und physikalischen Geographie, zur Botanik, Zoologie, Anatomie, Physiologie, allgemeinen und Experimental-Pathologie, Psychophysik und Anthropologie unter Ausschluss der sogenannten angewandten Wissenschaften, wobei die Abgrenzung der einzelnen Gebiete noch in der Folge festzulegen ist.

26. Die Royal Society wird ersucht, ein Comité zu bilden, mit dem Auftrag, alle Fragen, welche ihr von der Conferenz vorgelegt werden, und alle, welche noch nicht definitiv festgelegt sind, auszuarbeiten und darüber an die beteiligten Regierungen zu berichten.

28. Die Conferenz kann keines der verschiedenen, in der letzten Zeit vorgeschlagenen Klassifikationssysteme annehmen und überträgt deshalb die Ausarbeitung der Klassifikationen dem Organisationscomité.

29. Es soll Englisch die Sprache der beiden Kataloge sein. Die Namen der Verff. und die Titel sollen indessen ausschliesslich in der Originalsprache veröffentlicht werden, ausgenommen in den von dem internationalen Ausschuss zu bestimmenden Fällen. —

Nur durch die Mitarbeit vieler, sowie durch die thätige Unterstützung der Regierungen, der wissenschaftlichen Corporationen und Akademien kann das Werk gelingen. Auch auf die bereitwillige Mitwirkung derer, die als Leser oder Mitarbeiter dem Kreise dieser Zeitschrift angehören, wird dabei gerechnet werden dürfen. Das Werk selbst aber wird sicherlich der Entwicklung der Naturwissenschaften in allen Ländern in hohem Grade förderlich sein und ein Band internationaler litterarischer Vereinigung werden, das im nächsten Jahrhundert auf dem Gebiete der Naturwissenschaften dauernd ein gegenseitiges Verständniss der Nationen sichert.

#### Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

*Sitzung am 1. Juni 1896.* Herr P. Heitchen erörterte die Frage, inwieweit es zweckmässig und möglich sei, dass der Lehrer der Physik selbst Schulapparate herstelle. Er legte eine grosse Sammlung von Werkzeugen und Zeichengeräten für solche Arbeiten vor. Statt der Drehbank benutzte er mit Vorteil eine amerikanische Poliermaschine. Er erläuterte die Bearbeitung und Verwertung zahlreicher Materialien, für die er auch die empfehlenswertesten Bezugsquellen angab. Er führte eine Reihe physikalischer Apparate vor, die er mit jenen Werkzeugen aus diesen Materialien hergestellt hatte.

*Sitzung am 15. Juni 1896.* Herr B. Schwalbe legte das X-Bild vor, das Herr Goldstein in seinen Vorträgen über Kathodenstrahlung während des diesjährigen naturwissenschaftlichen Ferienkursus (d. Zeitschr. IX 258) hergestellt hatte und berichtete sodann über die Elberfelder Jahresversammlung (d. Zeitschr. IX 203).

*Sitzung am 17. August 1896.* Herr Bohn zeigte und erklärte die neue Druckluftpumpe für Fussbetrieb von Fuess (d. Zeitschr. IX 110). Mit der Druckluft setzte er einen Heronsball, eine Vorrichtung zum Nachweis der Saugerscheinung und ein Mamutpumpenmodell in Thätigkeit. Dieses ohne Ventile arbeitende Pumpenmodell war folgendermassen eingerichtet: Eine lange, oben umgebogene Glasröhre, an die unten mittels eines kurzen Kautschukschlauchs ein Trichter angesetzt war, reichte fast bis auf den Boden eines hohen mit Wasser gefüllten Standeylinders. Durch eine andere lange Glasröhre, deren umgebogenes untere Ende unter dem Trichter mündete, wurde zusammengepresste Luft eingetrieben, welche durch das Steigrohr entwich und das Wasser mitriss. — Herr Schiemenz zeigte und erklärte ein Modell der Vorrichtung von A. Rönisch zur Dreiteilung des Winkels (d. Zeitschr. IX 141). — Herr Neumann zeigte eine geometrische Wandtafel, auf welcher der übliche Beweis des pythagoreischen Lehrsatzes dargestellt war, und setzte eingehend die Vorzüge solcher Wandtafeln auseinander.

*Sitzung am 31. August 1896.* Herr B. Schwalbe berichtete über die International Catalogue Conference (vgl. Naturw. Rdsch. XI 462). Derselbe legte mehrere neuere englische Schulbücher vor: R. T. Glazebrook, Mechanics and Hydrostatics, Cambridge, University Press; Silvanus P. Thompson, Elementary Lessons in Electricity and Magnetism; Roscoe and Lunt, Inorganic Chemistry, London, Macmillan & Co.; D. E. Jones, Sound, Light and Heat, London, Macmillan & Co. Derselbe führte eine methodisch geordnete Reihe von Versuchen über freie Diffusion und Diffusion durch Scheidewände aus. Er zeigte ferner mehrere Hoinsesche Brenner, in deren Flammen mit Natrium- und Lithiumsalzen getränkte Asbestfäden ausgespannt waren, die einfarbiges Licht aussandten.

## Die Schulapparate auf der Berliner Gewerbeausstellung.

Ein Rückblick von Hermann Hahn-Machenheimer in Berlin.

1. Schulapparate sollen einfach, aber dauerhaft und zugleich von solcher Grösse sein, dass die wesentlichen Teile etwa neun Meter weit noch deutlich erkennbar sind oder erkennbar gemacht werden können. Sie müssen, ohne dass ihre Handhabung eine besondere Geschicklichkeit erfordert, die Erscheinungen, die damit nachgewiesen werden sollen, möglichst rasch, durchaus sicher und frei von störenden Nebenerscheinungen in dem ganzen Klassenraum deutlich wahrnehmbar machen. Die Aufstellung, die Vorbereitung der Versuche und das Wegräumen soll möglichst wenig Zeit erfordern. Dabei müssen sich die Apparate schnell, einfach und ohne Gefahr der Beschädigung gründlich reinigen und ohne zu verderben sicher aufbewahren lassen.

Ein Teil der heute allgemein verbreiteten Schulapparate entstammt den Werkstätten der Forscher; diese Instrumente sind daher ursprünglich nur auf möglichst genaue Einzelbeobachtung eingerichtet, hingegen für die Massenbeobachtung in der Schule vielfach ungeeignet und müssen für diesen Zweck erst eigens umgebaut werden; es ist dies aber bis jetzt nicht überall gelungen. Ein anderer Teil der Schulapparate, wie die von Tyndall, Weinhold u. A., ist unmittelbar zu dem Zwecke gebaut, die physikalischen Erscheinungen gleichzeitig einem grösseren Kreise deutlich, packend und schulgerecht vorzuführen. In der Herstellung solcher Vorrichtungen entfalten die deutschen Physiklehrer und Mechaniker jetzt eine lebhaft und erfolgreiche Thätigkeit, deren Ergebnisse zumeist in dieser Zeitschrift veröffentlicht sind. Aber das Neueste ist nicht immer das Beste. Nicht allzu selten werden recht sinnreiche, aber noch nicht hinreichend mechanisch durchgearbeitete Modelle der Lehrer ohne die noch erforderlichen Abänderungen von den Mechanikern massenweis möglichst billig vervielfältigt. Der moderne Schulapparat aber soll ein Erzeugnis der gemeinsamen Arbeit von Physiklehrern und Mechanikern sein.

Wenn auch die Summen, die für physikalische Lehrmittel ausgegeben werden, ohne Zweifel ein hohe Zinsen tragendes Erwerbskapital sind, und die wirtschaftliche Einsicht derer, die diese Mittel zu bewilligen haben, direkt der Höhe des Etats proportional ist, so steht doch leider die Thatsache fest, dass zur Anschaffung von Apparaten vielfach recht unbedeutende und ganz unzureichende Beträge verwendet werden. Der Mechaniker muss mit diesem Umstande rechnen; er hüte sich aber, den Preis der Apparate auf Kosten der Güte der Arbeit zu erniedrigen. Sparen darf er nur an teurem Material, das durch gleichwertiges, aber billigeres zu ersetzen ist, und an der äusseren Ausstattung; denn der physikalische Schulapparat ist kein Ziergerät für die Schränke, sondern ein Werkzeug für die Versuche. Ein mustergültiges Beispiel einer durchaus gelungenen Verbilligung bietet die Ausstellung von Keiser & Schmidt, wo neben dem vierspuligen astatischen Spiegelgalvanometer von H. du Bois und H. Rubens für 400 M. dessen äusserst geschickte Umformung für Schulzwecke durch P. Szymański für 87,50 M. steht. (Vgl. diese Zeitschr. VIII 339, 1895.)

Wenig vertreten sind auf der Ausstellung, abgesehen von Massstäben, Wagen, Thermometern, Volt- und Ampèremetern, namentlich solche Messinstrumente, wie sie der Lehrer der Physik besitzen sollte, nicht um wissenschaftliche Präzisionsmessungen anzustellen, sondern um die gekauften Apparate bei der Lieferung zu prüfen und die physikalischen Grössen, die bei den Schulversuchen auftreten, rasch mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen. Nur auf diesem Wege kann man manche rohe Erfahrungsregeln, die durch die Anleitungen zum Experimentieren oder sonstwie überliefert sind, überwinden und zu einer gesunden Würdigung der üblichen Schulversuche und Schulapparate fortschreiten.

2. Die physikalischen Unterrichtsapparate sind auf der Ausstellung in den Gruppen für Unterricht und Erziehung (XIX), für chemische Industrie (IX) und für wissenschaftliche Instrumente und Apparate (XI) vertreten.

Die umfangreichste Ausstellung der Untergruppe XIX, für Lehr- und Unterrichtsmittel jeder Art rührt von Ferdinand Ernecke (Berlin SW., Königgrätzerstr. 112) her. Ein Schrank birgt die Ausstattung einer Berliner Volksschule mit physikalischen Apparaten. Die Sammlung ist recht reichlich und mit Geschick ausgewählt. Die hervorragendsten Stücke sind die nach den Angaben Bertrams und Zwicks hergestellten Lehrmittel. Das ausgestellte Modell einer Lokomotive erfüllt seinen Zweck durchaus nicht; denn man kann mit ihm nur zeigen, dass eine solche Maschine sich fortbewegt, eine Thatsache, die jedem Berliner Kinde aus eigener Anschauung bekannt ist, aber man kann damit einer Schulklasse den Bau und das Arbeiten einer Lokomotive nicht auseinandersetzen. Jede dürftige Skizze an der Wandtafel ist nützlicher als dieses Spielzeug. In einem anderen Schranke sind Apparate für höhere Lehranstalten ausgestellt. Von dem Gebotenen sind hervorzuheben: der hydromechanische

Apparat von Hartl (d. Zeitschr. VIII 204, 1895), das Elektroskop und das Elektrometer von Kolbe (d. Zeitschr. I 153, II 153, IV 293, 1888—1891), das Thomsonsche Quadrantenelektrometer nach v. Lang, ein Drehstrommotor (d. Zeitschr. VI 53, 1892). Die Skale des ausgestellten Monochords ist so kräftig ausgeführt, dass sie für alle Schüler deutlich sichtbar sein könnte, wenn sie nicht ganz unzweckmässig auf der oberen wagerechten Seite des Resonanzkastens angebracht wäre. Bei dem Experimentiertisch, der leider nur eine oberflächliche Besichtigung gestattete, ist der Wasserhahn über der Tischplatte auf der Seite, von welcher das Licht einfällt, also ganz unzweckmässig angeordnet. Dies ist nicht auf einen Zufall bei der Aufstellung zurückzuführen, da in normalen Unterrichtszimmern das Licht immer von der linken Seite der Schüler einfallen muss.

Die von Paul Gebhardt (S., Prinzenstr. 85) ausgestellten Apparate haben fast durchweg zu kleine Abmessungen und sind daher nur für sehr kleine Klassen, für Schülerübungen oder für Versuche im Hause verwendbar.

Die Ausstellung von Hans Heele (O., Grüner Weg 104) ist nicht sehr umfangreich, macht aber durch die sorgfältige und zweckmässige Ausführung der Apparate einen recht guten Eindruck und wird seinen Kundenkreis, der bis jetzt nur einige Berliner Realschulen umfasste, erheblich erweitern. Beachtung verdienen besonders: die Fernrohre und Heliostaten, die optische Bank und die Luftpumpe.

Von den Gegenständen, welche Leppin & Masche (SO., Engelufer 17) ausstellten, sind zu erwähnen: der Schultheodolith (d. Zeitschr. IV 214, 1891), das Quadrantenelektrometer, die Thermosäulen und vor allem eine Sammlung von Kubikcentimetern verschiedener Stoffe sowie eine Sammlung von Stäben gleicher Masse aus verschiedenen Stoffen. Die Skale der Federwage von Jolly ist für den Klassenunterricht ungeeignet.

W. Schüler (O., Blumenstr. 77) und Felix v. d. Wyngaert (NW., Friedrichstr. 94) haben sehr schöne mechanische Lehrmodelle ausgestellt, die bei dem Unterricht in gewerblichen Fachschulen recht verwertbar sind. Das Gebotene zeigt, dass diese Werkstätten durchaus befähigt sind, auch für nichtgewerbliche höhere Lehranstalten physikalische Modelle von so grossen Abmessungen herzustellen, wie sie der Klassenunterricht erfordert.

Die Ausstellung physikalischer Apparate in der Untergruppe XIX, macht keinen günstigen Gesamteindruck. Sie giebt weder ein richtiges Bild von den Lehrmitteln, die in Berlin hergestellt werden, noch eine wahre Vorstellung von den Apparatsammlungen, die an den Berliner höheren Lehranstalten vorhanden sind. Die Leistungsfähigkeit der Berliner Mechaniker und Physiklehrer kann nach dem hier Gebotenen durchaus nicht richtig beurteilt werden. Die grösseren physikalischen Handlungen haben hier abgesehen von einzelnen besseren Apparaten im grossen und ganzen ihre billigeren und gangbareren Ausführwaren ausgestellt. Eine viel richtigere, wenn auch keineswegs vollständige Vorstellung von der heutigen Entwicklungsstufe der physikalischen Demonstrationsapparate erhält man in Gruppe IX und Gruppe XI.

3. In der Untergruppe IX<sub>6</sub> hat die Aktiengesellschaft für Kohlensäure-Industrie (NW., Schiffbauerdamm 24) Bomben und Experimentiergestelle für Versuche mit flüssiger Kohlensäure und Dr. Th. Elkan (N., Tegelerstr. 15) Bomben mit verdichtetem Sauerstoff und solche mit verdichtetem Wasserstoff ausgestellt. Während die Verwendung der flüssigen Kohlensäure und des verdichteten Sauerstoffs sich rasch im physikalischen und chemischen Unterricht eingebürgert hat, scheut man sich wohl mit Recht, den verdichteten Wasserstoff in der Klasse zu verwerten.

Von Max Kaehler & Martini (W., Wilhelmstr. 50) haben die höheren Lehranstalten wohl bis jetzt selten bezogen. Die ausgestellten Geräte machen einen guten Eindruck; es sind besonders zu erwähnen: eine amerikanische Korkpresse, Stative, Brenner (d. Zeitschr. IX 185, 1896), die Rabe-sche Turbine und der Heissluftmotor.

Die Hauptbezugsquelle für kleine Turbinen ist E. A. Lentz (C., Spandauerstr. 36/37). Diese Turbinen und die kleinen Heissluftmotoren haben sich in den chemischen Laboratorien bereits bewährt, und es dürfte sich sehr empfehlen, sie in den Schulen, die keinen elektrischen Anschluss haben, mehr als bisher zu berücksichtigen.

Die bekannte Firma Julius Schober (SO., Adalbertstr. 39) hat eine Turbine von Rabe, recht zweckmässige Stative und besonders Brenner der neuesten Konstruktion ausgestellt. Das Hängekathetometer, das bei dem Hofmannschen Apparat zur Dampfdichtebestimmung (Ber. d. d. chem. Ges. I 198) zur Messung der Höhenunterschiede der Quecksilberkuppe im Eudiometerrohr dient, liesse sich durch einige Abänderungen leicht in einen recht brauchbaren Demonstrationsapparat verwandeln.

Warmbrunn, Quilitz & Co. (C., Rosenthalerstr. 40), eine sehr bewährte Firma für chemische Apparate, hat neue Brenner, recht brauchbare Kästchen aus Spiegelglasplatten (d. Zeitschr. III 159, 1890), Thermometer und das Variometer von v. Hefner-Alteneck (d. Zeitschr. IX 123, 1896) ausgestellt.

4. Infolge des etwas schwerfälligen Rechnungswesens des Staats und der Städte ist es für den Physiklehrer am bequemsten, die Apparate bei einer oder doch nur bei wenigen Lehrmittelhandlungen zu kaufen. Sobald er aber ein besseres Instrument erwerben will, wird er sich an einen Mechaniker wenden, der gerade diesen Apparat als Spezialität anfertigt. Es ist jedoch häufig für ihn recht schwierig, die beste Bezugsquelle ausfindig zu machen. In der Möglichkeit, die Hauptarbeitsgebiete vieler trefflicher Mechaniker kennen zu lernen, liegt der Hauptwert der prächtigen Kollektiv-Ausstellung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, von der im folgenden die Rede sein soll.

Die Ausstellung von Ferdinand Ernecke macht in dieser Gruppe einen vorteilhafteren Eindruck als die in Untergruppe XIX<sub>2</sub> und giebt ein gutes Bild von der eifrigen Regsamkeit, mit der diese Werkstatt bestrebt ist, neue Schulapparate herzustellen und einzuführen. Besonders zu erwähnen sind: Pellats Bodendruckapparat (d. Zeitschr. III 55, 1889), das Elektroskop nach Szymański (d. Zeitschr. IV 60, 1890), das Quadrantenelektrometer nach Thomson-Mascart (*Pfaundler III 233*), die Tangentenbussole nach Poske (d. Zeitschr. III 103, 1889) und Kolbe (d. Zeitschr. IV 31, 1890), der Apparat zur Demonstration der Fundamentalversuche der Magnetinduktion nach Pfaundler (d. Zeitschr. I 53, 1887), die Induktionsrollen nebst Stabmagnet und Membran nach Goldstein, Oberbecks Apparat zur Demonstration der Wirkung magnetischer und elektromagnetischer Kräfte auf elektrische Ströme (d. Zeitschr. V 284, 1892), der elektrothermische Apparat nach Schumann, die einfache Vorrichtung zur Demonstration Hertzscher Wellen (vgl. auch d. Zeitschr. IX 155, 1896). Der zerlegbare Elektromotor ist wohl weder als Modell noch als Motor recht brauchbar.

Unter den von R. Fuess (Steglitz bei Berlin) ausgestellten trefflichen Gegenstände verdienen die Beachtung des Schulmannes: die Heliostaten (d. Zeitschr. IX 157, 1896), das einfache Kathetometer (d. Zeitschr. IX 205, 1896), das Unterrichts-Mikroskop, der Projektionsapparat, die Thermometer und Psychrometer. Leider ist es auch dieser berühmten Werkstatt bis jetzt noch nicht gelungen, ein Barometer herzustellen, das ganz den besonderen Anforderungen genügt, welche die Schule an dieses Instrument zu stellen hat. An dem ausgestellten Gefässbarometer ist die Ablesvorrichtung sehr unzweckmässig, da sie den oberen Teil der Quecksilbersäule zu sehr verdeckt und keine allzusehr scharfe Einstellung gestattet; auch bei der Einstellung der Spitze auf die Quecksilberoberfläche im Gefäss bleibt eine bessere Sichtbarkeit zu wünschen.

Die von Paul Görs (SW. 47, Hagelsbergerstr. 5) ausgestellten neuen Flächen- und Linear-Bolometer haben bis jetzt noch keinen Eingang in den Schulunterricht gefunden, werden sich aber bald dort einbürgern, nachdem von Szymański ein ausreichend empfindliches und billiges Galvanometer konstruiert worden ist. Das von dieser Werkstatt im Katalog der Kollektiv-Ausstellung angezeigte Quadrantenelektrometer nach Szymański, ein Instrument, das mit Spannung erwartet wird, ist leider nicht rechtzeitig fertig geworden.

Bernhard Halle (Steglitz bei Berlin) erfreut durch seine trefflichen Spath- und Quarzpräparate zur Polarisation des Lichtes.

Die von Wilhelm Handke (N. 37, Lottumstr. 12) ausgestellten Hub- und Tourenzähler verdienen die Beachtung der Physiklehrer, denen Motoren zur Verfügung stehen.

Von den Gegenständen, welche Hans Heele (O., Grüner Weg 104) in dieser Untergruppe ausgestellt hat, sind ein einfacher Spektralapparat und seine Linsen und Prismen hervorzuheben.

H. Hommel in Mainz (Vertreter in Berlin: Grundmann & Kuhn, S., Annenstr. 15) bietet für die Werkzeugausrüstung der Schulen prächtige Sachen: Wasserwagen, Schiebelehren und Mikrometer-Schraubenlehren, Lineale und Massstäbe aus Gussstahl, Schraubenschlüssel, Feilkloben, Bohrkurbeln, Senkel; auch unter den eigentlich für Elektrotechniker bestimmten Werkzeugen befindet sich einiges, das beim praktischen Arbeiten im physikalischen Kabinett mit Vorteil verwandt werden kann.

Die bewährteste Bezugsquelle elektrischer Apparate, mit Ausnahme der elektrostatischen, Keiser & Schmidt (N., Johannisstr. 20), ist trefflich vertreten durch Widerstände, Ampèremeter Voltmeter, ein Vertikal-Galvanometer, eine schöne Tangentenbussole, das Thomsonsche astatische Spiegel-Galvanometer in zwei Ausführungen (vgl. vorher Abschnitt 1), Funkeninduktoren, eine Dynamomaschine für Handbetrieb Modell H, eine Dynamomaschine für Gleichstrom, Wechsel- und Drehstrom, Stromwender, Wippe und Elemente der verschiedensten Konstruktion.

A. Krüss (Hamburg, Adolfsbrücke 7) hat seinen bekannten Projektionsapparat ausgestellt.

Lietzmann & Krebs (C., Wallstr. 11) sind durch Maassstäbe und Transporteure der mannigfaltigsten Art vertreten.

Die Projektionsapparate mit Benzin-Sauerstoffbrenner von Ernst Meckel (NO., Kaiserstr. 32) sind für solche Anstalten geeignet, denen kein Leuchtgas zur Verfügung steht.

E. Mentz vorm. H. Fleischer (N., Chausseestr. 2e) hat bessere chemische und physikalische Wagen und Gewichte ausgestellt, von denen die Bruchgramme aus Aluminium und die Gewichte aus Constantan hervorzuhoben sind.

Dr. Robert Muencke (NW., Luisenstr. 58) ist durch seine bekannten und bewährten Brenner, Wasserstrahlgebläse und -Luftpumpen, ferner Turbinen und Heissluftmaschinen vertreten.

W. Niehls (N., Schönhauser Allee 168a) hat neben hochgradigen Quecksilberthermometern bis  $550^{\circ}$  (vgl. d. Zeitschr. VI 264) und Psychrometern ein Breguetsches Metallthermometer ausgestellt, welches durch seine zweckmässig angebrachte Skale zur Demonstration verwendbar gemacht ist.

C. A. Niendorf (Bernau bei Berlin) entzückt durch seine prächtigen Kalkspath-, Quarz- und sonstigen optischen Präparate.

L. Reimann (SO., Schmidtstr. 32) hat Gewichte, chemische und hydrostatische Wagen, eine Demonstrationswage (d. Zeitschr. IX 156, 1896), Zangen, Quetschhähne, Brenner, eine Luftpumpe und eine hydraulische Presse nach Salleron-Hempel ausgestellt.

Franz Schmidt & Haensch (S., Stallschreiberstr. 4) bieten in ihrem Projektionsapparat und ihrer optischen Bank wohl das beste, was auf diesem Gebiete der Demonstrationsphysik bis jetzt geleistet worden ist.

Paul Stückrath (Friedenau bei Berlin) hat eine Cailletetsche Presse zur objektiven Darstellung flüssiger Gase, aber nichts von seinen berühmten Wagen und Gewichten ausgestellt.

Die sehr schönen kinematischen Modelle von G. Voigt (SW., Neuenburgerstr. 12) sind leider in der Schule nicht verwertbar. Würde sich diese Werkstatt auch mit der Herstellung von Modellen befassen, wie sie die Schule bedarf, so würde sie bald die jetzt sehr verbreiteten ebenso unbrauchbaren wie billigen Handelswaren verdrängen, die nur in den Schränken der Sammlungen durch Politur und Lackierung glänzen.

J. Robert Voss (NO., Pallisadenstr. 20) ist durch seine berühmten selbsterregenden Holtzchen und auch Wimshurstschen Influenzmaschinen vertreten.

Die Kollektivausstellung der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik gewährt einen hochehrfreulichen Einblick in die grossartige Leistungsfähigkeit vieler deutschen Werkstätten, die auch auf dem Gebiet der physikalischen Schulapparate durchaus das Beste leisten könnten. Während die Industrie, die Heilkunde und selbst der Sport sich diese feinen Kräfte in reichem Maasse dienstbar gemacht haben, verfügen leider nur zu wenige Schulen über hinreichende Mittel, um ihre Kabinette mit vorzüglichen Apparaten aus diesen Werkstätten ausstatten zu können.

### Correspondenz.

In seinem Aufsätze über das Doppelthermoskop (d. Zeitschr. VIII 301) hatte Herr Prof. LOOSER unter No. 55 den folgenden Versuch beschrieben: Zwei kleine Zn-Kohle-Elektroden tauchen in die mit Chromsäurelösung gefüllten Kapseln, das eine der beiden kleinen Elemente ist offen, das andere geschlossen. In letzterem wird mehr Wärme erzeugt.

In einer Anmerkung war von der Redaktion hinzugefügt worden, dieser Versuch bedürfe noch weiterer Aufklärung, da er mit den sonst bekannten elektrochemischen Thatsachen in Widerspruch stehe. In der That ist schon durch die Versuche von Favre festgestellt, dass die Summe der in dem geschlossenen Element und in dem äusseren Stromkreis entwickelten Wärme gleich der in dem offenen Element entwickelten Wärme ist. Selbstverständlich ist hierbei die Auflösung einer gleich grossen Menge Zink in jedem der beiden Fälle vorausgesetzt. Ist also der äussere Widerstand (wie aus späteren brieflichen Mitteilungen des Verfassers hervorgeht) verschwindend klein gegen den inneren Widerstand des Elements, so muss die entwickelte Wärmemenge in beiden Fällen gleich gross sein.

Wenn also in dem oben angegebenen Versuch das geschlossene Element eine grössere thermoskopische Wirkung hervorbrachte, so wird es doch missverständlich sein zu schliessen, dass in diesem Element mehr Wärme erzeugt wird als im offenen. Es ist damit vielmehr nur die Thatsache demonstriert, dass nach Schliessung des Elements das Zink etwas rascher aufgelöst wird als im ungeschlossenen Zustande. Die Menge des im offenen Elemente aufgelösten Zinks hängt von den Verunreinigungen dieses Metalles ab und wird durch sekundäre elektrolytische Prozesse bedingt; chemisch reines Zink löst sich in verdünnter Schwefelsäure überhaupt nicht auf.

Zur Ergänzung sei noch aus den vom Verfasser nachträglich übersandten Versuchsreihen hinzugefügt, dass beispielsweise nach 9 Minuten langer Einwirkung die Indikatorflüssigkeit an der Seite des offenen Elements bis 23,2 cm, an der des geschlossenen bis 27 cm gestiegen war, nachdem während der ersten fünf Minuten bei geöffneten Elementen der Gang der Thermoskope nahezu der gleiche

(18,6 bzw. 18,4 cm) gewesen war. Die Polschrauben waren hierbei mit je 20 cm langen dünnen Kupferdrähten versehen, und es wurde der Stromschluss durch Zusammendrehen der Enden dieser Drähte bewirkt.

P.

Zu der „Herleitung der Keplerschen Gesetze aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz“ von H. Püning (d. Jahrg. Heft 1, S. 26) hat Herr SCHWENDENWEIN (Teschchen) vor längerer Zeit der Redaktion Bemerkungen übersandt, aus denen wir folgendes hervorheben:

Herr Püning habe für Kegelschnitte die Gleichung abgeleitet  $r^2 - 2ar + b^2 \sec^2 \varphi = 0$ , wenn  $r$  der Radiusvektor,  $\varphi$  der Winkel zwischen ihm und der in seinem Endpunkt errichteten Kurvennormale,  $a$  und  $b^2$  reelle Constanten sind. Es sei aber die Frage unerledigt geblieben, ob diese Gleichung nur von Kegelschnitten erfüllt werde, oder ob sie auch für andere Kurven gelte.

Herr SCHWENDENWEIN teilt dann selbst einen elementaren, aber ziemlich umständliche Rechnungen erfordernden Beweis dafür mit, dass die Gleichung einem Kegelschnitt (im besonderen Fall einer Ellipse) entspricht. Er macht auch noch darauf aufmerksam, dass eine Programm-Abhandlung ähnlichen Inhalts von E. Maiss eine ebensolche Lücke enthält, die sich aber anscheinend nicht auf elementarem Wege ausfüllen lässt. —

Herr PÜNING dagegen giebt in einem Brief an die Redaktion den geforderten Nachweis in folgender Gestalt: Durch die angegebene Gleichung ist für jedes beliebig angenommene  $r$  der Wert von  $\varphi$  bestimmt. „Denkt man sich nun die fragliche Kurve durch die Wanderung eines Punktes  $P$  entstehen, der von einem gegebenen Ausgangspunkte ausgehend immer eine solche Richtung einschlägt, wie sie aus der Gleichung sich ergibt, so ist der Weg, den der Punkt einschlägt, ein ganz bestimmter. Dies lässt sich dem Schüler an einem System concentrischer Kreise, deren jeder von der Kurve unter vorgeschriebenem Winkel durchschnitten wird, leicht veranschaulichen. Also entspricht die obige Gleichung nur einer einzigen Art von Kurven. Nun gilt die Gleichung für die Ellipse. Folglich entspricht der Gleichung nur die Ellipse. —

Herr M. KOPPE hat diesen Beweis noch durch folgende Betrachtungen ergänzt: „Aus der Gleichung  $r^2 - 2ar = -b^2/\cos^2 \varphi$  ergeben sich im allgemeinen zwei verschiedene Werte von  $\cos \varphi$  und demnach vier mögliche Richtungen, die sich zu zwei sich schneidenden Graden vereinigen. (Nur wenn  $\cos \varphi > 1$  würde, gäbe es keine möglichen Richtungen der Bewegung des Planeten; die Grenzfälle sind  $r = a \pm \sqrt{a^2 - b^2}$  oder  $a \pm e$ .)

Zeichnet man nun viele concentrische Kreise, deren Radien von  $a - e$  bis  $a + e$  allmählich zunehmen, so kann man in jedem Punkt eines solchen die beiden zum Radius symmetrischen Richtungen der möglichen Bewegung zeichnen. Die Abweichung der möglichen Richtung der Planetenbahn von der Richtung des Radiusvektors kann aber nie  $= 0$  werden; sie wird am kleinsten, wenn die rechte Seite der Gleichung am kleinsten, oder, da  $r^2 - 2ar + a^2 = a^2 - b^2/\cos^2 \varphi$ , wenn  $r = a$  ist.

Beginnt der Planet seine Wanderung von einem Punkte  $P$  aus in einer der vier von dort ausgehenden Richtungen, so wird über den weiter einzuschlagenden Weg nirgends ein Zweifel bestehen können. Wohin der Planet auch kommt, überall sind nur vier Kurse möglich, von denen sich nur einer stetig an den augenblicklichen Kurs anschliesst.

Construiert man nun eine Ellipse mit den Halbachsen  $a$  und  $b$ , legt diese so, dass der eine Brennpunkt in die Sonne  $S$  fällt (wobei die Radienvektoren zwischen  $a + e$  und  $a - e$  liegen), und dreht sie um  $S$ , so tritt zweimal der Fall ein, dass der Anfangspunkt  $P$  des Planeten auf der Ellipse liegt, einmal auf der linken, einmal auf der rechten Seite, wenn das Auge des Beobachters von  $S$  nach dem Aphel sehend gedacht wird. Bringt man daher die Ellipse in diejenige der beiden Lagen, bei der die Anfangsrichtung des Planeten eine Tangente der Ellipse wird, so kann der Weg des Planeten sich nirgend wieder von der Ellipse entfernen. Es entspricht also der angegebenen Gleichung unter allen Ellipsen, die die Achsen  $a$  und  $b$  und ihren einen Brennpunkt in  $S$  haben, diejenige, die durch den Anfangspunkt der Planetenbahn geht und dort mit der Anfangsrichtung zusammenfällt.“

Berichtigung zu dem Aufsätze Drehwage für absolute magnetische Messungen (Heft 5 d. Jahrganges). Von Dr. Karl Strecker in Berlin.

Die Formel auf Seite 212, Zeile 3 von oben muss heissen, wie die Anwendung des Parallelogramms der Kräfte auf Fig. 8b leicht ergibt:  $f = mg \cdot \frac{d}{L}$ . Infolgedessen kann auf derselben Seite die erste Formel für  $M \cdot h$  und das Folgende gestrichen werden bis zur letzten Zeile. In der Ausrechnung auf Seite 216 fallen die 8 am Minuszeichen leicht erkennbaren Berichtigungen weg.

Auf dieses bedauerliche Versehen hat mich Herr Oberlehrer Witte in Lauenburg (Elbe) aufmerksam gemacht.

### Himmelserscheinungen im November und Dezember 1896.

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

Monatstag	November						Dezember						
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	
Heliocentrische Längen.	171°	191	208	224	238	252	266	280	295	311	329	350	♁
	299	307	315	323	330	338	346	354	2	10	18	26	♁
	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	♁
	61	64	66	69	72	74	77	79	82	84	87	89	♁
	147	147	148	148	148	149	149	150	150	150	151	151	♁
	232	232	232	232	232	232	232	233	233	233	233	233	♁
Aufst. Knoten.	320°	320	320	319	319	319	319	318	318	318	317	317	☉
Mittl. Länge.	224	290	356	62	127	193	259	325	31	97	163	229	☉
Geocentrische Rektascensionen.	222°	300	358	56	124	187	263	333	28	93	159	225	☉
	208	216	224	232	240	248	256	265	274	282	291	299	☉
	253	260	266	273	280	287	293	300	306	312	318	324	☉
	221	226	231	236	242	247	253	258	264	269	275	280	☉
	89	89	88	87	85	83	81	79	77	75	73	72	☉
	158	159	160	160	161	161	162	162	162	162	162	162	♁
	229	229	230	231	231	232	232	233	234	234	235	235	♁
Geocentrische Deklinationen.	-21°	-23	+ 3	+25	+21	- 7	-27	-10	+17	+27	+ 7	-22	☉
	-10	-13	-16	-19	-21	-23	-24	-25	-25	-25	-24	-23	☉
	-24	-25	-25	-25	-25	-25	-24	-23	-21	-20	-18	-16	☉
	-16	-17	-19	-20	-21	-22	-22	-23	-23	-23	-23	-23	☉
	+24	+25	+25	+25	+25	+25	+26	+26	+26	+26	+26	+25	☉
	+10	+10	+10	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	♁
	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-18	♁
Aufgang.	19 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup>	19.18	19.27	19.36	19.44	19.51	19.58	20.4	20. 8	20.11	20.13	20.14	☉
	21 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup>	0.55	2.1	3.21	8.22	15.24	22.15	23.58	0.43	3.39	10.18	17.35	☉
Untergang.	4 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	4.12	4.4	3.58	3.52	3.48	3.45	3.44	3.44	3.45	3.48	3.53	☉
	3 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	8.56	15.8	21.6	24.15	1.9	3.49	10.13	16.29	21.31	23.3	0.8	☉
Zeitglg.	-16 <sup>m</sup> 7 <sup>s</sup>	-15.54	-15.10	-14.5	-12.41	-10.57	-8.57	-6.44	-4.22	-1.54	+0.36	+3.2	☉

**Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):**

November	4	6 <sup>h</sup>	Mond in Erdnähe	Dezember	2	16 <sup>h</sup>	Mond in Erdnähe
-	4	20 20,6	Neumond	-	4	6 44,7	Neumond
-	11	18 34,2	Erstes Viertel	-	11	13 23,0	Erstes Viertel
-	16	22	Mond in Erdferne	-	14	13	Mond in Erdferne
-	19	23 18,2	Vollmond	-	19	16 59,0	Vollmond
-	27	15 37,3	Letztes Viertel	-	27	1 2,3	Letztes Viertel
				-	30	14	Mond in Erdnähe.

**Constellationen.** November: 4 1<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 5 11<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 7 3<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 12 5<sup>h</sup> ♀ in Sonnenferne; 13 3<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 19 9<sup>h</sup> ♀ ♂ ♄, ♀ 1° 50' südlicher; 22 6<sup>h</sup> ♂ ♂ ☉; 27 22<sup>h</sup> ♁ ♂ ☉; 28 7<sup>h</sup> ♀ obere ♂ ☉, wird Abendstern; 30 11<sup>h</sup> ♁ ☐ ☉. — Dezember: 1 10<sup>h</sup> ♀ in Sonnenferne; 3 3<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 4 13<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉; 7 3<sup>h</sup> ♀ ♂ ☉, Bedeckung; 10 19<sup>h</sup> ♂ ♂ ☉; 18 18<sup>h</sup> ♂ ♂ ☉; 20 20<sup>h</sup> ☉ im Steinbock, Wintersonnenwende; 25 6<sup>h</sup> ♁ ♂ ☉; 30 17<sup>h</sup> ♄ ♂ ☉; 31 0<sup>h</sup> ☉ in Erdnähe.

**Aufgang der Planeten.** Nov. 15: ♀ 18<sup>h</sup> 38<sup>m</sup>, ♀ 22.30, ♂ 5.38, ♁ 12. 6, ♄ 19. 6.  
Dez. 16: 21 7, 22.44, 2.43, 10.16, 17.24.

**Untergang der Planeten.** Nov. 15: 3 52, 5.40, 22.46, 1.54, 4.14.  
Dez. 16: 4 11, 6.50, 20. 3, 23.56, 2.22.

**Veränderliche Sterne.** Algols-Minima: Nov. 7<sup>d</sup> 17<sup>h</sup>, 10<sup>d</sup> 14<sup>h</sup>, 13<sup>d</sup> 11<sup>h</sup>, 16<sup>d</sup> 7<sup>h</sup>; 30<sup>d</sup> 16<sup>h</sup>; Dez. 3<sup>d</sup> 12<sup>h</sup>, 6<sup>d</sup> 9<sup>h</sup>, 9<sup>d</sup> 6<sup>h</sup>; 20<sup>d</sup> 17<sup>h</sup>, 23<sup>d</sup> 14<sup>h</sup>, 26<sup>d</sup> 11<sup>h</sup>, 29<sup>d</sup> 8<sup>h</sup>; alles nach M.E.Z. — Minima von *λ Tauri*: Nov. 17<sup>d</sup> 14<sup>h</sup>, 21<sup>d</sup> 13<sup>h</sup>, 25<sup>d</sup> 12<sup>h</sup>, 29<sup>d</sup> 11<sup>h</sup>; Dez. 3<sup>d</sup> 10<sup>h</sup>, 7<sup>d</sup> 9<sup>h</sup>, 11<sup>d</sup> 8<sup>h</sup>, 15<sup>d</sup> 7<sup>h</sup>. — Betreffs der anderen Sterne vergleiche die Notizen für September und Oktober. Das Wachstum des Lichtes von *Mira* ist sorgfältig zu überwachen.

**Meteore.** Leoniden Nov. 11—13; Andromediden Nov. 27; Dez. 8—11 zahlreiche Meteore.

**Jupitermonde.** Ein Eintritt des I. Mondes in den Schatten wird sich Dez. 27<sup>d</sup> 10<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> bei günstigem Horizonte beobachten lassen.  
*J. Plassmann, Warendorf.*

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

# Lehrbuch der Physik.

Von

**J. Violle,**

Professor an der École Normale zu Paris.

Deutsche Ausgabe von Dr. E. Gumlich, Dr. L. Holborn, Dr. W. Jaeger, Dr. D. Kreichgauer, Dr. St. Lindeck.  
Gr. 8. Vier Teile.

## Erster Teil: Mechanik.

I. Band:

**Allgemeine Mechanik u. Mechanik der festen Körper.**

Mit 257 in den Text gedruckten Figuren.

(XVI u. 496 S.)

Preis brosch. M. 10,—; eleg. geb. M. 11,20.

II. Band:

**Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper.**

Mit 309 in den Text gedruckten Figuren.

(XI u. 992 S.)

Preis brosch. M. 10,—; eleg. geb. M. 11,20.

## Zweiter Teil: Akustik und Optik.

I. Band: **Akustik.**

Mit 163 Textfiguren. (X u. 307 S.)

Preis brosch. M. 8,—; elegant geb. M. 9,20.

II. Band: **Optik.**

(Befindet sich in Vorbereitung.)

Der dritte Teil: „Wärme“, sowie der vierte Teil: „Elektricität und Magnetismus“ werden alsbald nach Erscheinen des französischen Originals ausgegeben werden.

## Zeitschrift

für

# INSTRUMENTENKUNDE.

## Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung der

**Physikalisch-Technischen Reichsanstalt**

von

E. Abbe in Jena, Fr. Arzberger in Wien, S. Czapski in Jena, W. Foerster in Berlin, R. Fuess in Berlin, R. Helmert in Potsdam, W. Jordan in Hannover, H. Kronecker in Bern, H. Krüss in Hamburg, H. Landolt in Berlin, V. v. Lang in Wien, S. v. Merz in München, G. Neumayer in Hamburg, A. Raps in Berlin, J. A. Repsold in Hamburg, A. Rueprecht in Wien, A. Westphal in Berlin.

Redaktion: **Dr. St. Lindeck.**

Mit Beiblatt „Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik“.

Erscheint in monatlichen Heften. — Preis für den Jahrgang M. 20,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

**Einführung**  
in die  
**Elektricitäts-Lehre.**

Vorträge  
von

**Bruno Kolbe,**

Oberlehrer der Physik an der St. Annenschule in St. Petersburg.

**I. Statische Elektricität.**

Mit 75 in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 2,40; in Leinwand gebunden M. 3,20.

**II. Dynamische Elektricität.**

Mit 75 in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 3,—; in Leinwand gebunden M. 3,80.

**Grundzüge**  
der  
**wissenschaftlichen Elektrochemie**  
auf experimenteller Basis.

Von

**Dr. Robert Lüpke,**

Oberlehrer am Dorotheenstädt. Realgymnasium und Docent  
an der Kaiserl. Post- u. Telegraphenschule zu Berlin.

*Zweite vermehrte Auflage.*

Mit 46 in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 3,60; gebunden M. 4,40.

**Leitfaden**  
für  
**Physikalische Schülerübungen.**

Von

**Dr. Karl Noack,**

Gymnasiallehrer in Giessen.

Mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis M. 1,20.

**Wilhelm Weber's Werke.**

Herausgegeben  
von der

Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

**In 6 Bänden.**

Preis broschirt M. 104,—; in Halbfranzband M. 119,—.

**James Watt**

und die

**Grundlagen des modernen Dampfmaschinenbaues.**

Eine geschichtliche Studie.

Von

**Ad. Ernst,**

Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der K. Technischen  
Hochschule Stuttgart.

Mit dem Bildnis von James Watt und 27 Textfiguren.

Preis M. 2,—.

**Technik**  
des  
**chemischen Unterrichts**

auf höheren Schulen und gewerblichen Lehranstalten.

Eine kurze Anleitung

zur Ausführung der

grundlegenden chemischen Demonstrationsversuche.

Für den praktischen Schulgebrauch,

sowie für

den Selbstunterricht im Experimentieren

bearbeitet von

**Dr. O. Lubarsch,**

ord. Lehrer am Friedrichs-Realgymnasium zu Berlin.

Mit 64 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis M. 4,—.

**Elemente**  
der  
**Experimental-Chemie.**

Ein methodischer Leitfaden

für den

chemischen Unterricht an höheren Lehranstalten.

Von

**Dr. O. Lubarsch,**

ord. Lehrer am Friedrichs-Realgymnasium zu Berlin.

In zwei Teilen.

I. Teil: Die Metalloide. Preis M. 2,40.

II. Teil: Die Metalle. Preis M. 2,40.

**Physikalische Aufgaben**

für den

**mathematischen Unterricht**

in den

oberen Klassen höherer Lehranstalten

und

für den Selbstunterricht.

Von

**Dr. W. Müller-Erzbach.**

Preis M. 2,—.

**Wilhelm Olbers.**  
**Sein Leben und seine Werke.**

Im Auftrage der Nachkommen herausgegeben

von

**Dr. C. Schilling.**

Erster Band: Gesammelte Werke.

Mit dem Bildnis Wilhelm Olbers.

Preis M. 16,—.

— Der zweite Band gelangt im nächsten Jahr zur Ausgabe. —

**Lebenserinnerungen**

von

**Werner von Siemens.**

Fünfte Auflage.

Neue wohlfeile Ausgabe.

— Mit dem Bildnis des Verfassers in Kupferätzung. —

300 Seiten. 8 Format.

Elegant gebunden. Preis M. 2,—.