

# Zeitschrift

für den

## Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVI. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1903.

### Eine Vorlesungswage.

Von

Prof. Theodor Schwedoff in Odessa.

Die übliche Laboratoriumswage ist trotz ihrer Vorzüge für wissenschaftliche Untersuchungen, zu Demonstrationsversuchen sehr unbequem. Man muß viel Zeit aufwenden, um die für das Gleichgewicht nötigen kleinen Gewichtsstücke auszusuchen. Dann sind die Zenti- und Milligrammgewichte, wie auch der Reiter am Wagebalken zu winzige Objekte, um aus der Ferne gesehen zu werden. Deswegen werden manchmal im Unterrichte Feder- oder Zeigerwage gebraucht. Diese aber haben nicht die Empfindlichkeit einer Hebelwage.

Nun ist es möglich der Hebelwage eine für Vorlesungen zweckmäßige Form zu geben, ohne sie ihrer vortrefflichen Eigenschaften zu berauben.

Zwei sehr feine Spiralfedern (Fig. 1 u. 2) greifen mit ihren hakenförmigen Enden  $m m'$  in zwei Ösen ein, welche an dem Balken einer gewöhnlichen Laboratoriumswage befestigt sind. Die oberen Enden  $n$  und  $n'$  dieser Federn sind mit einander durch ein sehr dünnes Band verbunden, welches um den Zylinder  $x y$  zweimal herumgewunden ist. Dieser

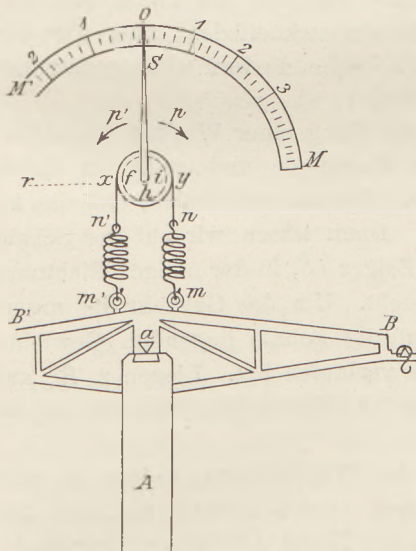


Fig. 1.

Zylinder sitzt auf einem inneren Zylinder  $f h$ , um den er sich mit sanfter Reibung herumdrehen kann, und der seinerseits auf einer mit dem Knopfe  $J$  drehbaren Achse  $J i$  festsetzt. Der Drehwinkel der Achse wird durch den Zeiger  $i s$  und die Kreisteilung  $M M'$  gemessen. Die Nadelspitze  $a$   $D$ , welche lotrecht zum Balken befestigt ist, zeigt, wie üblich, die Gleichgewichtslage der Wage an. Die übrigen Teile der Wage, wie Schalen, Stellschrauben u. s. w., sind wie bei der gewöhnlichen Laboratoriumswage. Nur die Arretiergabel

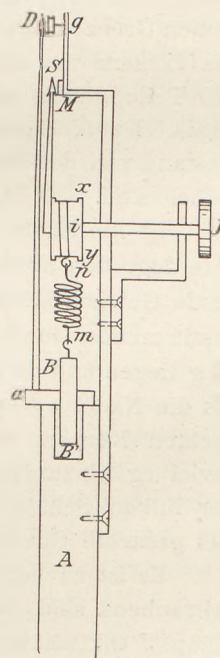


Fig. 2.

unterscheidet sich dadurch, daß sie nicht nur die beiden Arme des Balkens auf einmal, sondern auch jeden Arm, den rechten oder den linken, einzeln unterstützen kann.

Es ist zu bemerken, daß alle obenbeschriebenen Teile, wie Zylinder, Zeiger, Skala, auf einer festen Stütze ruhen, den Balken nicht beschweren und seine Be-

wegungen nicht im mindesten hemmen. Man darf sie daher in einem so großen Maßstabe ausführen, daß sie selbst in 20 m Abstand leicht sichtbar sind, ohne die Empfindlichkeit oder die Genauigkeit der Wage zu beeinträchtigen. Selbst die Spiralfedern und das sie verbindende Metallband lasten nicht auf dem Balken, sondern auf dem Zylinder  $xy$ . Was die Empfindlichkeit der Wage anbetrifft, so hängt sie, außer von der Lage des Schwerpunktes des Balkens, auch von der Beschaffenheit der Spiralfedern und von ihrem gegenseitigen Abstand ab: je kleiner dieser Abstand, je dünner der Draht, je größer der Durchmesser und die Länge der Spirale, desto größer ist die Empfindlichkeit.

Um die Kreisskala zu eichen, verfährt man in folgender Weise. Zuerst achtet man darauf, daß der Zeiger  $iS$  und die Nadel  $aD$  gleichzeitig auf der Nullmarke, der Mitte der Skala, stehen. Dann sind die Spannungsmomente der Spirale unter sich gleich. Ist das nicht der Fall, so dreht man den äußeren Zylinder  $xy$  rechts oder links, bis die oben erwähnte Bedingung erfüllt wird. Es ist vorausgesetzt, daß dabei die Nadel  $aD$ , wie auch die Achse  $Ji$  unbeweglich bleiben. Dann legt man ein kleines Gewichtsstück, z. B. ein Gramm, auf die rechte Wagschale. Dadurch wird natürlich die Nadel  $aD$  vom Nullpunkte nach rechts abgelenkt. Nun dreht man den Zeiger  $iS$  nach links, bis die Spannung der rechten Spirale groß genug wird, um die Wirkung des Übergewichts auf den Balken auszugleichen, was sich dadurch zu erkennen gibt, daß die Nadel  $aD$  wieder auf dem Nullpunkte einsteht. Jetzt teilt man den Bogen, um den der Zeiger  $iS$  gedreht wurde, in 10 oder in 100 gleiche Teile, je nach der gewünschten Empfindlichkeit der Wägungen. Da die Ausdehnung der Stahlfeder, wenn der Draht sehr dünn ist, wie z. B. bei den Taschenuhrfedern, in weiten Grenzen der ausdehnenden Kraft proportional ist, so entspricht die Ablenkung des Zeigers um einen Teilstrich dem Übergewicht von 1 cg (wenn die Skala in 100 Teile geteilt würde). In derselben Weise muß man auch die linke Seite der Skala eichen, da es wohl möglich ist, daß der Elastizitätskoeffizient, oder gar der Abstand von der Drehungsachse des Balkens bei den beiden Federn nicht genau dieselben sind.

Ist die Skala ein für allemal geeicht, so ist der Gang einer Wägung folgender. Man legt den abzuwägenden Körper auf die eine Wagschale und sucht ihn durch große Gewichtsstücke ins Gleichgewicht zu bringen. Gesetzt, wir finden, daß das zu bestimmende Gewicht zwischen 25 und 26 g liegt. Dann lassen wir auf der Schale 25 g liegen und drehen den Knopf  $J$ , und auch den Zeiger  $iS$ , in der nötigen Richtung, bis die Nadel  $aD$  wieder auf dem Nullpunkt einsteht. Um das Gewicht des untersuchten Körpers zu finden, hat man zu dem auf der Schale liegenden Gewichte soviel cg hinzuzufügen, wie der Zeiger Teilstriche verlaufen hat. Liegen z. B., auf der linken Schale 25 g und wurde der Zeiger um 15 Skalenteile abgelenkt, so ist das gesuchte Gewicht 25,15 g.

Es ist zu bemerken, daß die Schwingungen des Wagebalkens, welche oft sehr zeitraubend sind, bei dieser Wage dadurch vermieden werden können, daß man den Knopf  $J$  taktmäßig gegen die Schwingungsrichtung der Nadel  $aD$  hin und her dreht. Dann werden die Schwingungen rasch gedämpft.

Außer den Wägungen ist die obenbeschriebene Wage für die Messung vertikaler Kräfte jeder Art sehr geeignet. Fig. 3 stellt die Wage in Verbindung mit dem W. Thomsonschen Elektrometer für elektrostatische Messungen dar.

Ich will nun an einigen Beispielen zeigen, wie die Wage im Unterrichte zu verwenden ist.

1. Messung der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten. Ich bringe die Arretiergabeln so nahe an den Wagebalken, daß dieser nur sehr kleine Schwingungen ausführen kann. Dann hänge ich am Arme des Balkens mittels dreier Fäden einen Messingring horizontal auf und äquilibriere ihn mit Schrot. Beiläufig bemerke ich, daß alle zum Äquilibrieren verschiedener Objekte nötigen Gewichte aus mit Schrot gefüllten Schälchen bestehen und beizeiten vorbereitet werden. Ich nähere dem Ringe von unten ein mit Wasser gefülltes Gefäß, das auf einem Stativ mit Zahngetriebe steht, hebe das Gefäß, bis der Ring ganz ins Wasser eintaucht, und senke es dann wieder, bis sich zwischen dem Ringe und der Wasseroberfläche eine ringförmige Wasserlamelle von ungefähr 3 mm Höhe bildet. Dabei sinkt der rechte Arm auch herunter, woraus zu schließen ist, daß die flüssige Lamelle eine gewisse Spannung ausübt. Die Nadel  $aD$  läßt sich aber wieder auf den Nullpunkt bringen, dadurch, daß man die rechte Arretiergabel hinaufzieht.

Um die Spannung der Lamelle zu messen, senke ich die linke Arretiergabel ganz herunter und drehe den Zeiger  $S$  links so weit, bis die Lamelle zerrißt, was daran zu erkennen ist, das die Nadel plötzlich nach links ausschlägt. Dann mißt die Ablenkung des Zeigers  $S$  die Spannung der Lamelle. Ist die Umfangslänge des Ringes sehr groß, so kann es vorkommen, daß die Spannung der Stahlfederchen an der Wage zu schwach ist, um die Lamelle zu zerreißen. Dann hilft man den Federn mit einigen Gewichtsstücken, die man auf die linke Wagschale legt.

Bei einem von mir ausgeführten Versuche (bei  $16^{\circ}$  C) mit einem Ringe, dessen Umfang 146 mm war, zerriß die Wasserlamelle, nachdem auf die linke Wagschale 2 g gelegt und der Zeiger  $S$  um 5 Teilstriche gedreht war, was im ganzen dem Gewichte 2,5 g entspricht. Daraus folgt, daß die Oberflächenspannung des Wassers gleich ist

$$\Lambda = \frac{2500 \text{ mg}}{2 \times 146 \text{ mm}} = 8,5 \frac{\text{mg}}{\text{mm}}$$

Es ist noch zu beachten, daß der Ring aus dem Wasser naß herausgezogen wird und daher schwerer ist, als im trocknen Zustande. Dieses Übergewicht ist leicht zu ermitteln: man dreht den Zeiger  $S$  wieder so weit links, bis die Nadel  $aD$  auf dem Nullpunkt eintritt. Das vom Zeiger angegebene Gewicht ist von der oben erwähnten Zahl 2500 mg abzuziehen, wenn man eine größere Genauigkeit zu erzielen wünscht.

Gießt man ins Wasser einige Tropfen Weingeist, so wird die zum Abreißen des Ringes nötige Drehung des Zeigers bedeutend kleiner, woraus man auf eine Verminderung der Oberflächenspannung schließen kann.

2. Messung der magnetischen Kräfte. Zu diesem Zwecke verwende ich Magnetstäbe von eigentümlicher Gestalt (Fig. 4). Bei solchen Magneten strahlen die magnetischen Kraftlinien nur aus zwei Punkten  $a$  und  $b$  aus, als wären die freien Massen nur in diesen Punkten konzentriert. Unter dieser Bedingung wird die Wirkungs-

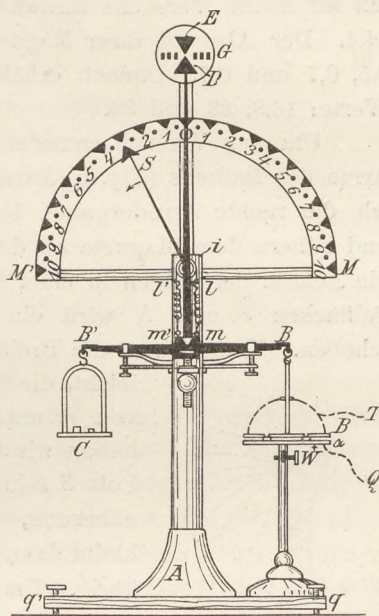


Fig. 3.

kraft zwischen zwei Punkten, welche wir als Magnetpole ansehen, wirklich dem Quadrate ihrer gegenseitigen Entfernung umgekehrt proportional. Die Lage der Punkte *a* und *b* läßt sich mittels Feilspankurven bis auf 1 mm genau feststellen.

Drei ähnliche Magnete, die ich mit *ns*, *NS* und *N'S'* bezeichnen will und die ich für meine Versuche anwandte, hatten die Länge, in cm ausgedrückt, 17,3, 34,4, 34,4. Der Abstand ihrer Magnetpole von den nächsten Endflächen der Stäbe war: 0,5, 0,7 und 0,7. Danach erhält man für die Längen der Magnetachsen bezw. die Werte: 16,3, 33 und 33.

Um den Versuch anzustellen, hänge ich den kürzeren Magnet *ns* am rechten Arme des Balkens (Fig. 5) lotrecht auf und äquilibriere ihn mit Schrot. Dann hebe ich die rechte Arretiergabel, bis sie den ihr entsprechenden Hebelarm unterstützt, und nähere dem Magnete *ns* den größeren Magnet *NS*, so daß die Achsen der beiden in einer Geraden liegen. Zwischen die Polflächen *s* und *N* wird ein Pappstreifen lotrecht eingeschoben. Kennt man die Breite des Streifens, so ist es auch

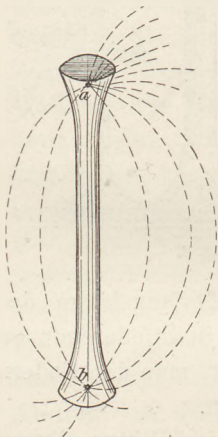


Fig. 4.

leicht, die Entfernung der Pole *N* und *S* von *n* und *s* zu ermitteln. Im ganzen haben wir vier Kräfte; da aber die Entfernung des Pols *S* sehr bedeutend ist, so darf man, in erster Annäherung, seine Wirkung auf *ns* vernachlässigen. Es bleibt dann nur die Wirkung des Pols *N* auf *n* und *s* übrig. Um diese Kraft zu bestimmen, drehe ich den Knopf *J* der Wage mit seinem Zeiger, bis die Nadel *aD* einen Ruck nach links erfährt. Bei einem von mir ausgeführten Versuche war die Ablenkung des Zeigers 9,7 Teilstriche, was einer Kraft 0,97 g entspricht.

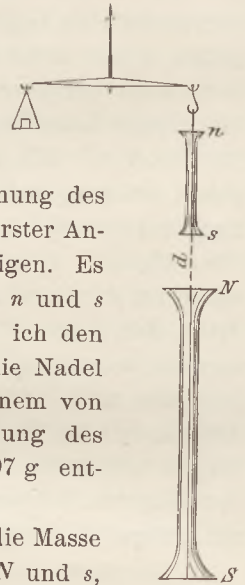


Fig. 5.

Bezeichnen *M* die Masse des Pols *N*, *m* die Masse der Pole *s* und *n*, *d* den Abstand zwischen *N* und *s*, *2l* die Achsenlänge *ns*, *p* die an der Wage gemessene Kraft, so hat man folgende Beziehung:

$$Mm = \frac{p}{\frac{1}{d^2} - \frac{1}{(d+2l)^2}}$$

Die rechte Seite dieser Gleichung soll konstant bleiben, wenn die Angaben der Wage richtig sind.

Wie weit diese Forderung erfüllt wird, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen,

<i>d</i> cm	4	5	6	7	8	9	10
<i>p</i> g	1,54	0,97	0,67	0,47	0,35	0,29	0,22
<i>Mm</i>	25,6	25,7	26,1	25,3	25,0	26,8	25,6

Als Mittel:

$$Mm = 25,7 \dots \dots \dots 1)$$

Führt man dieselben Messungen mit dem Magnet *N'S'* aus, so bekommt man in derselben Weise als Mittel

$$M'm = 26,9,$$

woraus

$$\frac{M'}{M} = \frac{26,9}{25,7} = 1,04 \dots \dots \dots 2)$$

Jetzt hänge ich anstatt des kleinen Magnets  $n s$  den größeren Magnet  $N'S'$  an den Wegebalken; im übrigen verfare ich wie mit  $n s$ . Dann erhalte ich

$$MM' = 38,4 \dots \dots \dots 3)$$

Aus den Gleichungen 1), 2), 3) ergeben sich für die Massen der Magnetpole die Werte

$$m = 4,2, \quad M = 6,07, \quad M' = 6,32.$$

In absoluten Maßeinheiten werden diese Größen

$$M = 6,07 \sqrt{981} = 190; \quad M' = 197,8; \quad m = 132,5$$

woraus man für die magnetischen Momente der Stäbe erhält:

$$2LM = 190 \times 33 = 6270; \quad 2LM' = 6520; \quad 2lm = 2160.$$

## Der freie Fall.

Von

Dr. W. Bahrdt, Neumünster.

In dieser Zeitschrift (1903, S. 90) empfiehlt GRIMSEHL zum Nachweis der Fallgesetze Versuche über den freien Fall anzustellen und die Atwoodsche Fallmaschine aus dem Unterricht zu verbannen. Diese Anregung ist wohl von allen Lehrern der Physik mit Freuden begrüßt worden. Der Grund, warum nicht schon eher der „freie Fall“ im Unterricht experimentell untersucht wurde, liegt meiner Meinung nach in der Schwierigkeit, die sehr kleinen Fallzeiten für die durch örtliche Verhältnisse im allgemeinen auf 10 bis 20 m beschränkten Fallräume genügend genau zu bestimmen. Zieht man in Betracht, daß die zu Fallräumen von 1 bis 20 m gehörigen Fallzeiten zwischen etwa  $\frac{1}{2}$  und 2 Sekunden liegen, so erkennt man, daß schon recht kleine Fehler beim Beobachten der Fallzeit zu sehr ungenauen Resultaten führen. Grimsehl benutzt zur Messung der Fallzeiten ein Metronom, dessen Pendelschwingungen etwas weniger als eine halbe Sekunde betragen. Solche Messungen können aber keinen Anspruch auf große Genauigkeit haben. Eine Fehlerquelle liegt darin, daß man den Fallkörper genau mit dem Schläge des Metronoms fallen lassen soll, die zweite, daß man den fallenden Körper zugleich mit dem Schläge des Metronoms soll aufschlagen hören. Schätzt man z. B. bei einer Fallzeit von einer Sekunde, welcher ein Fallraum von fünf Metern entspricht, nur  $\frac{1}{10}$  Sekunde zu viel oder zu wenig, so beträgt der zu dieser Zeit gehörige Fehler im Fallraum schon 1 m. Der Fehler von  $\frac{1}{10}$  Sekunde ist aber noch recht klein beim Bestimmen von zwei Zeitpunkten, dem Anfangs- und dem Endpunkt der Fallzeit.

Ferner kann man mit der GRIMSEHLSCHEN Anordnung im allgemeinen nur drei oder vier Fallzeiten, nämlich die zu 1 m, 4 m, 9 m, 16 m Fallraum gehören, bestimmen,

Mittelst einer gleichförmigen Bewegung, bei deren Beginn dem Fallkörper seine Stütze durch mechanische oder elektromagnetische Auslösung entzogen wurde, sodaß er vom Moment der Entstehung der gleichförmigen Bewegung an frei fiel, habe ich Fallzeiten zu Fallräumen bis 30 cm hinab gemessen und dabei sehr genaue Werte gefunden. Die Versuchsanordnung ist aus nebenstehenden Figuren ersichtlich.

Eine 2 m hohe Säule<sup>1)</sup> auf Dreifuß mit Stellschrauben (Figur 1), welche mit einer Centimetereinteilung versehen ist, trägt oben eine mit geringer Reibung um ihre Achse drehbare Rolle (R). Eine feine Schnur ist um sie geschlungen, welche an ihren Enden

<sup>1)</sup> Die Säule der Atwoodschen Fallmaschine kann hierzu benutzt werden.

zwei gleiche Gewichte  $M_1$  und  $M_2$  trägt. Auf jedes derselben wirkt die Schwerkraft; da die Züge an beiden gleich groß sind, aber nach entgegengesetzten Richtungen erfolgen, so kann ein Fallen der Gewichte nicht stattfinden. Erteilt man nun  $M_1$  einen Stoß, so wird die erzeugte Geschwindigkeit allmählich durch Reibungswiderstände verringert werden. Dies kann jedoch verhütet werden, wenn man  $M_1$  durch ein kleines Reibungsgewicht  $\mu$  belastet, welches gerade so groß gewählt wird, daß nach Erlangung eines bestimmten Anstoßes die Bewegung eine gleichförmige wird. Beiläufig bemerke ich, daß diese Anordnung zur Erläuterung der Begriffe Beharrungsvermögen, Geschwindigkeit und zur experimentellen Einübung der Gesetze der gleichförmigen Bewegung im Anfangsunterricht der Dynamik benutzt werden kann. Eine gewisse Geschwindigkeit der Gewichte  $M_1$  und  $M_2$  wird dadurch erzeugt, daß dem Gewichte  $M_1$  ein Übergewicht  $m$  zugelegt wird. Das Gewicht  $M_1$  mit Reibungsgewicht  $\mu$  und Übergewicht  $m$

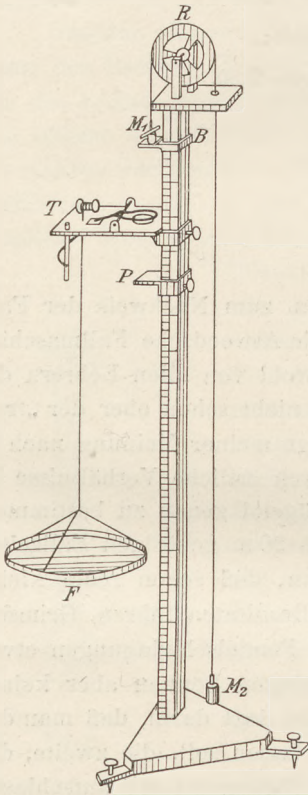


Fig. 1.

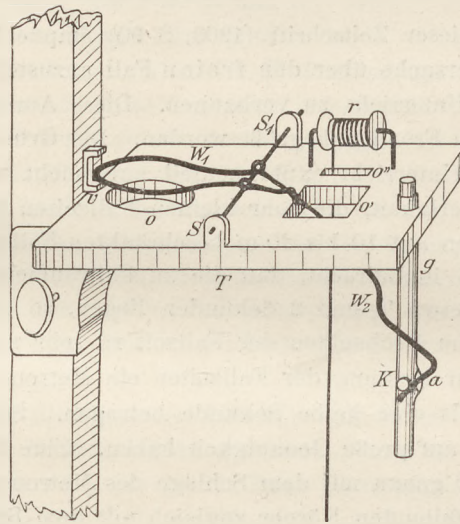


Fig. 2.

wird von einer Fallbrücke ( $B$ ) getragen, die am oberen Ende des Stativs mittelst einer Schraube angebracht ist. Klappt man diese Fallbrücke herunter, so beginnt das Gewicht  $M_1$  herabzusinken und trifft hörbar auf eine wagerechte Metallplatte  $P$ , welche längs der Skala verschoben und in beliebiger Höhe festgestellt werden kann. Wird das Übergewicht  $m$  durch eine Abfangvorrichtung, welche zwischen der Fallbrücke  $B$  und der Platte  $P$  angebracht ist, abgehoben, so sinkt von diesem Augenblick an  $M_1$  mit gleichförmiger Geschwindigkeit an der Skala herab. Die zurückgelegten Wege sind dann proportional den Zeiten und können als Maß derselben angesehen werden.

Die Abfangvorrichtung für das Gewicht  $m$  ist auf einem horizontalen Tischchen  $T$  (Figur 2) angebracht, welches zwischen Fallbrücke und Metallplatte an der Säule festgeschraubt ist. Es trägt auf zwei Stützen ( $S$  und  $S_1$ ) eine Wage aus Messing- oder Aluminiumdraht. Der eine Wagebalken ( $W_1$ ) ist zum Abfangen des Übergewichtes  $m$  kreisförmig umgebogen; der Durchmesser der Kreisöffnung ist kleiner, als die Länge des Übergewichtes, aber größer, als der Durchmesser des Gewichtes  $M_1$ . Eine konzentrische

kreisrunde Öffnung ( $o$ ) ist in das Tischchen eingesägt, sodaß das Gewicht  $M_1$  ungehindert längs der Skala herabsinken kann. Eine Arretiervorrichtung ( $v$ ) beschränkt die vertikale Bewegung des Wagebalkens auf einen Raum von etwa 1 cm. Der andere längere Wagebalken ( $W_2$ ) geht durch eine Öffnung ( $o'$ ) des Tischchens  $T$  schräg nach unten; das letzte Ende ist umgebogen und ragt in die seitliche Öffnung ( $a$ ) einer Glasröhre ( $g$ ) von 7 mm innerem Durchmesser, welche mittelst eines Korks in einer Öffnung des Tischchens  $T$  befestigt ist. Von oben wird in die Glasröhre eine Bleikugel ( $K$ ) von 5 mm Dicke gesteckt, welche von dem in die seitliche Öffnung der Glasröhre ragenden Ende des Wagebalkens getragen wird.

Um eine auf dem Tischchen befindliche Rolle ( $r$ ) ist ein  $\frac{1}{2}$  cm breiter, 16 m langer Meßfaden mit Centimetereinteilung gewickelt, welcher durch eine längliche Öffnung ( $o''$ ) des Tischchens  $T$  hindurchgeht. An seinem unteren Ende ist mittelst dreier Fäden ein rundes, leichtes Fallbrett ( $F$ ) von 25 bis 30 cm Durchmesser mit aufwärts gebogenem Rande angehängt.

Die Bleikugel ( $K$ ) ist der frei fallende Körper, welcher vom Fallbrett aufgefangen wird, die Säule mit Skala, Abfangvorrichtung, Fallbrücke und Metallplatte dient zum Messen der Zeit, welche die Bleikugel zum Durchfallen des Raumes zwischen der Ruhelage in der Glasröhre ( $g$ ) und dem Aufschlagen auf dem Fallbrett braucht.

Ein Versuch wird in folgender Weise angestellt. Das Fallbrett wird bis zu einer bestimmten Tiefe herabgelassen, und das Gewicht  $M_1$  mit Reibungsgewicht  $\mu$  und Übergewicht  $m$  auf die Fallbrücke gestellt. Diese wird heruntergeklappt, und das Gewicht  $M_1$  beginnt mit wachsender Geschwindigkeit an der Skala herabzusinken. Beim Passieren des Wagebalkens wird das Übergewicht  $m$  abgehoben, und das Gewicht  $M_1$  bewegt sich von diesem Zeitpunkt an mit gleichförmiger Geschwindigkeit längs der Skala; in demselben Augenblick wird der Wagebalken  $W_1$  durch das Gewicht  $m$  heruntergedrückt, das andere Ende  $W_2$  schnell nach oben, und der Kugel  $K$  wird die Unterlage entzogen, sodaß sie frei fällt. Nach kurzer Zeit hört man sie auf dem Fallbrett aufschlagen. Durch mehrmaliges Probieren wird nun die Metallplatte  $P$  so an der Skala festgestellt, daß der Aufschlag der Kugel auf dem Fallbrett genau zusammentrifft mit dem Aufschlag des Gewichtes  $M_1$  auf der Metallplatte. Die Strecke an der Skala vom Wagebalken  $W_1$  an bis zur Metallplatte  $P$  ist ein Maß für die Fallzeit der Kugel.

Wenn man den Fallraum 4, 9, 16 . . . mal vergrößert, so nehmen die Zeiten, an der Skala gemessen, um das doppelte, dreifache, vierfache u. s. w. zu. An der Säule ist außer der Centimetereinteilung eine Einteilung nach Sekunden angebracht, mit deren Hilfe man für jeden beliebigen Fallraum die absolute Fallzeit in Sekunden messen kann. Die Genauigkeit der Messung ist eine sehr große; ich schätze die Beobachtungsfehler auf weniger als  $\frac{1}{50}$  Sekunde. Schon bei Fallräumen von 30 cm an erhält man sehr genaue Werte der Fallzeiten; von noch kleineren Fallräumen die Fallzeiten zu messen ist zwar möglich, aber im Unterricht nicht empfehlenswert, da kleine Beobachtungsfehler die an sich schon kleinen Fallzeiten verhältnismäßig stark beeinflussen. Ich habe im Unterricht die Fallräume 30, 120, 270, 480, 750, 1080 cm gewählt. Die Versuche wurden im Treppenhaus des Schulgebäudes gemacht, wobei die Säule an dem Rande des Treppengeländers des zweiten Stockwerks aufgestellt wurde; die Kugel konnte dann durch den ganzen Raum des Treppenhauses, d. h. durch eine Höhe von 11 m fallen. Die Metallplatte  $P$  habe ich schließlich ganz fortgelassen. Anstatt dann das gleichzeitige Aufschlagen des Fallkörpers und des Gewichtes  $M_1$  wahrzunehmen, beobachtete ich, welchen Skalenteil das Gewicht  $M_1$  in dem Zeitpunkt

passierte, in dem das Geräusch der aufschlagenden Kugel gehört wurde. Durch einen vorläufigen Versuch bestimmte ich zuerst ungefähr diesen Punkt der Skala, durch weitere Versuche korrigierte ich seine Lage. Um ihn für die Schüler weithin kenntlich zu machen, klemmte ich an dem beobachteten Punkte einen kurzen, dicken Draht fest, welcher sich deutlich von der Skala abhob. Bei größeren Fallräumen brachte ich noch die Zeit in Rechnung, welche der Schall zum Durchlaufen der Strecke vom Fallbrett bis zum Ohr braucht.

Mit Hilfe der selbsttätigen Auslösung und des gleichförmig bewegten Gewichtes  $M_1$  lassen sich auch die Gesetze einer über eine schiefe Ebene rollenden Kugel experimentell herleiten. Statt der kurzen Glasröhre  $G$  wird am Tischchen  $T$  eine 2 m lange Glasröhre schief gegen die Horizontalebene befestigt. Die Fallkugel wird von oben in die Röhre gesteckt und von dem umgebogenen, in eine seitliche Öffnung der Glasröhre ragenden Ende des Wagebalkens  $w_2$  gehalten. Die Auslösung durch das Übergewicht  $m$  erfolgt in derselben Weise, wie beim freien Fall. Zur Bestimmung der Abhängigkeit der von der rollenden Kugel durchlaufenen Wege von den Zeiten wird die Platte  $P$  an einer bestimmten Stelle der Skala festgeschraubt und durch mehrere Versuche die Stelle der Glasröhre bestimmt, welche die Kugel beim Aufschlagen des Gewichtes  $M_1$  auf der Platte passiert. Diese Stelle wird durch einen Papierstreifen markiert, der mit Klebwachs an der Glasröhre befestigt wird. Darauf verschiebt man die Platte  $P$  an der Skala, bis ihr Abstand vom Wagebalken  $w_1$  doppelt so groß wie vorher ist. Durch mehrere Versuche wird nun wieder der Endpunkt des zu der neuen Zeit gehörigen Fallraumes bestimmt. Solche Versuche stellt man noch mit der dreifachen, vierfachen . . . Zeit an. Durch Vergleichung der Wege untereinander ergibt sich dann das Fallgesetz für die schiefe Ebene. Die Beschleunigung beim Rollen auf der schiefen Ebene erhält man durch Verdoppelung des in der ersten Sekunde durchlaufenen Weges; ihre Abhängigkeit von der Schiefe der Fallröhre wird experimentell durch Messung der Höhe und Länge der Glasröhre bestimmt. Bei praktischen Schülerübungen sind solche Untersuchungen von großem Werte.

Statt der mechanischen Auslösung des Fallkörpers beim freien Fall habe ich auch mit Erfolg die Auslösung mittest eines Elektromagneten erprobt. An Stelle des Tischchens wird an der Skala eine Holz-, Kork- oder Paraffinbrücke befestigt, deren

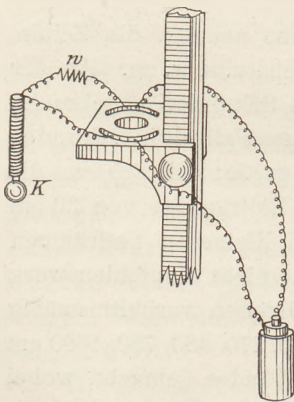


Fig. 3.

Einrichtung aus Figur 3 ersichtlich ist. In der Mitte befindet sich eine zylindrische Öffnung zum Hindurchlassen des Gewichtes  $M_1$ . Konzentrisch zu ihr sind zwei fast halbkreisförmige Rinnen eingeschnitten, die mit Quecksilber gefüllt werden. Diese Rinnen werden mit je einem Pole eines Akkumulators verbunden. Von der einen Rinne wird der Strom durch einen Widerstandskasten  $w$  hindurch zu einem Elektromagneten geführt, den ich aus einem starken Eisennagel durch Umwicklung mit überspannem Kupferdraht herstellte. Vom Elektromagneten führt ein Kupferdraht nach der zweiten Quecksilberrinne zurück. Der elektrische Strom ist bei dieser Anordnung geschlossen, sodaß der Elektromagnet eine Eisenkugel  $K$ , die als Fallkörper dient, zu tragen vermag.

Durch Einschalten von Widerstand wird der Strom nun so weit geschwächt, daß die Kugel nur noch eben gehalten wird, bei der geringsten Verminderung des Elektromagnetismus aber herabfällt. Werden nun die beiden Quecksilber-



rinnen durch einen Metallstreifen kurz mit einander verbuuden, so geht nur noch ein kleiner Bruchteil des früheren Stromes durch den Elektromagneten, sodaß dieser infolge Schwächung seines Elektromagnetismus die Eisenkugel fallen läßt. Die Verbindung der beiden Quecksilberinnen erfolgt nun in dem Augenblick, wenn das Übergewicht  $m$  des an der Skala herabsinkenden Gewichtes  $M_1$  durch die Brücke abgehoben wird. Damit beim Aufschlagen das Quecksilber nicht umherspritzt, taucht das Übergewicht nur mit je zwei an beiden Enden angelöteten Kupferstiften in die Rinnen. Die Versuche wurden sonst ganz wie oben beschrieben angestellt.

Man könnte gegen die bei den Versuchen angewandte Methode der Zeitmessung den Einwand erheben, das Reibungsgewicht  $\mu$  wäre schwerlich so genau zu bestimmen, daß die Bewegung nach Abheben des Übergewichtes  $m$  eine vollständig gleichförmige ist. Diesem Einwand will ich gleich an dieser Stelle entgegentreten.  $M_1$  und  $M_2$  mögen zusammen ein Gewicht von 600 g besitzen. Wählt man nun das Reibungsgewicht um 0,1 g größer, als sein wirklicher Wert ist, so wird nach Abheben des Übergewichtes  $m$  die Bewegung eine beschleunigte sein. Die zugehörige Beschleunigung  $\gamma$  verhält sich zu der Beschleunigung  $g=981$  cm durch den freien Fall wie 0,1 zu 600,1; daher ist  $\gamma=0,16$  cm. Da die zu messenden Fallzeiten höchstens  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Sekunden betragen, so würde dem Fehler von 0,1 g beim Reibungsgewicht ein Fehler von 2,4 bis 3,2 mm an der Skala in diesen Zeiten entsprechen. Wenn nun 50 cm an der Skala den Wert von 1 Sekunde darstellen, so würde der durch ein um 0,1 g zu großes Übergewicht hervorgerufene Fehler an der Skala weniger als  $\frac{1}{150}$  Sekunde die gesuchte Fallzeit ändern. Solche Fehler können aber anstandslos vernachlässigt werden<sup>1)</sup>.

## Ein mechanisches Modell zur Demonstration des Dopplerschen Prinzips.

Von

Dr. Gauger in Stralsund.

Das Dopplersche Prinzip, das seine Stelle in der Akustik und in der Optik hat, ist ein ganz allgemeines, und gilt für jede Art der Wellenbewegung. Wirft man ein Stück Holz auf eine ruhige Wasserfläche, so bildet sich in konzentrischen Kreisen fortschreitend das bekannte transversale Wellensystem. Fig. 1 zeigt die Stellung der Wellenberge in ihrem Fortschreiten zu den dabei stehenden Zeiten (Bruchteile einer Sekunde). Bindet man jedoch das Holz an einen Faden, wirft es auf die Wasserfläche und zieht den Faden zu sich heran mit einer Geschwindigkeit, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle im Wasser nicht übersteigt, so sieht man deutlich, wie vor dem Holze die Wellenberge sich zusammenschieben, hinter demselben jedoch mehr von einander entfernt sind als vorher (Fig. 2). Vor dem Holze wird die Wellenlänge verkürzt, die Schwingungszahl erhöht, umgekehrt hinter demselben. Das ist das Dopplersche Prinzip.

Zieht man das Holz mit größerer Geschwindigkeit als der der Fortpflanzung der Wasserwelle zu sich heran, so bildet sich durch Interferenz eine keilförmige Streckwelle, die als resultierende aller der Wellen, die das Holz beim ruckweisen Fortschreiten pro Bruchteil der Sekunde erzeugt, leicht zeichenbar ist, Fig. 3.

<sup>1)</sup> Die vorstehend beschriebenen Apparate werden von der Firma E. Leybolds Nachfolger, Köln, Brüderstr. 3—5, geliefert.

Beide Fälle kann man bei schwimmenden Schwänen oder Enten oder am Wasserbassin eines schwimmenden Fischotters oder eines Seehundes je nach der Schwimgeschwindigkeit der Tiere gut beobachten. Den Fall der keilförmigen Bugwelle zeigt uns das fahrende Schiff. Ein durch die Luft sausesendes Projektil erzeugt in derselben Weise eine hyperbolische Streckwelle, deren tatsächliches Vorhandensein von Mach, Salcher und Boys ja auch photographisch festgelegt worden ist (diese Zeitschr. I, 121).

Auf die vielfachen Beobachtungen, die das Dopplersche Prinzip in der Akustik und Optik als richtig erwiesen haben, gehe ich hier nicht ein. Fast alle haben den Übelstand, sich im Experimentierzimmer nicht oder nur mit Schwierigkeiten wiederholen zu lassen. Zwei Experimentieranordnungen, die diese Zeitschrift im XIV. Jahrgang (1901) bringt, die eine von Elsässer, die andere von van Gulik, welche einen Machschen Versuch verbessert, erweisen sich schon in dieser Hinsicht als zweckentsprechender. Eine Wellenmaschine, die auf rein mechanischem Wege das Prinzip zu veranschaulichen gestattet, soll im folgenden beschrieben werden.

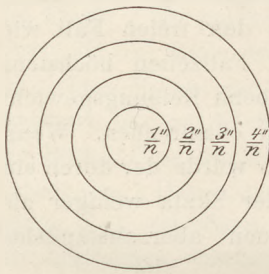


Fig. 1.

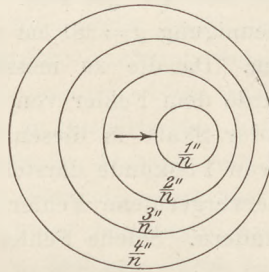


Fig. 2.

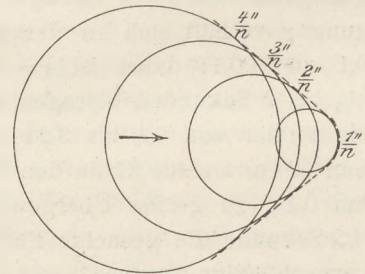


Fig. 3.

Als Hauptteil fungiert eine kupferne Spiralfeder, die man durch Aufwickeln eines 6 m langen, 2 mm starken Kupferdrahtes erhält. Nachdem der Draht mit einem Ende im Schraubstock festgeklemmt ist, wird er zunächst gestreckt, um alle Verbiegungen, die das weiche Kupfer mit Leichtigkeit annimmt, fortzuschaffen. Alsdann wickelt man ihn, die Windungen immer dicht nebeneinander legend, auf ein Messingrohr von 33 mm Weite, wie es zur Konstruktion der Fernrohre Verwendung findet. Läßt man nun mit dem Zuge nach, so ergibt sich eine Spirale von ungefähr 54 Umgängen, die wegen der geringen Elastizität des Kupfers sich dem Rohre ziemlich eng anschließt, aber noch genügend Spielraum läßt so, daß sie auf dem Rohre bequem hin und hergleiten kann, Fig. 7. Die Kupferspirale wird durch Zug in der Längsrichtung, indem man die Endwindungen anfaßt, auf ungefähr 40 cm ausgedehnt und ist nun vermöge ihrer Nachgiebigkeit bei ausreichender Elastizität für den Versuch gut geeignet. Stahl- und Messingdraht haben sich als zu hart herausgestellt.

Diese Spirale wird nun auf dasselbe Messingrohr, das praktisch eine Länge von 60 cm erhält, aufgebracht. In der Mitte desselben befindet sich ein Schieber. Durch Schraubendrehung der Spirale erreicht man es, daß der Schieber auch in die Mitte der Spirale kommt.

Der Schieber stellt nun das Zentrum einer Wellenbewegung dar, vielleicht einer longitudinalen, wie bei einer tönenden Glocke. Jede einzelne Kupferwindung sei eine Verdichtung, der dazwischenliegende Luftraum die zugehörige Verdünnung, dann sieht man, wie bei ruhender Schallquelle (vergl. Fig. 1) in der beiderseitigen Längsrichtung des Rohres Verdichtung und Verdünnung in gleichen Abständen angeordnet sind. Bringt man nun nach beiden Seiten auf dem Rohre, in einer Entfernung von etwa 13 cm von der Mitte aus, je eine Marke an und nimmt nun an

daß die erste Erregung von seiten der Schallquelle in einer Sekunde bis zur Marke sich fortpflanze, so gibt die Distanz von der Mitte bis zur Marke die Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $v$  des Wellensystems an. Der Abstand zweier Verdichtungen (Kupferwindungen) ist die Wellenlänge  $\lambda$ , die Anzahl der Kupferwindungen von der Mitte bis zur Marke die Schwingungszahl  $n$ , dann sieht man die Formel  $v = n \cdot \lambda$  anschaulich dargestellt. Schiebt man die Spirale mehr nach der Mitte zusammen, so ist  $v = n_1 \cdot \lambda_1$  und man erkennt das Gesetz, daß Schwingungszahl und Wellenlänge umgekehrt proportional sind.

Nun gehen wir zur Darstellung des Dopplerschen Prinzips über. Bewegen wir das Rohr heftig in seiner Längsrichtung vorwärts, so drängt sich die Spirale vor dem Schieber zusammen, während sie hinter demselben sich verlängert, also haben wir vor der Schallquelle größere Schwingungszahl und geringere Wellenlänge, umgekehrt hinter derselben (Vergl. Fig. 2). Diese Tatsache ist jedoch bei der schnellen Bewegung des Rohres nicht beobachtbar. Gelangt das Rohr wieder zur Ruhe, so schnellt die Spirale sofort zurück und außerdem stellt sich beim Anhalten des Apparates einen Moment lang grade das Gegenteil von dem zu beweisenden ein, bis schließlich auch die Spirale zur Ruhe gelangt. Aus diesem Grunde ist eine Arretierung erforderlich, die noch während der Bewegung des Rohres die Spirale festhält so, daß auch in der Ruhe das Verhältnis von  $n$  und  $\lambda$  noch erkennbar ist. Dies wird dadurch erreicht, daß man bei den Marken Sperrhaken austreten läßt, die die Spirale an der ferneren Bewegung hindern.

Bis hierher zeichnet sich der Apparat durch genügende Übersichtlichkeit und Einfachheit aus, bis hierher ist er auch nur für das Verständnis der Schüler berechnet. Die Sperrvorrichtung, die im Innern des Rohres angebracht ist, deren Wirkung der Schüler durch den Augenschein an dem Heraustreten von 4 Haken aus bei den Marken angebrachten Öffnungen sofort erkennt, ist in seiner Konstruktion, obwohl nicht kompliziert, so doch für das Verstehen des Dopplerschen Prinzips ohne Belang.

Der Schieber (Fig. 4) aus 2 mm starkem Kupferblech hat eine Breite von 20 mm und verschmälert sich nach seiner Spitze zu keilförmig auf 5 mm. Der Keilwinkel beträgt  $60^\circ$ , der Querschnitt des Keiles ist also ein gleichseitiges Dreieck. Der Schieber

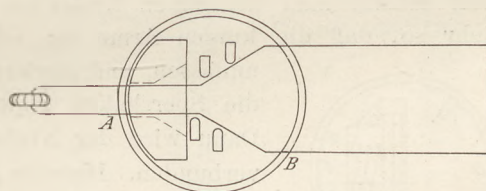


Fig. 4.

ist durch 2 entsprechende Schlitzte in der Mitte des Messingrohres geführt und an der Spitze mit einem Ringe versehen, um das Herausfallen zu verhindern.

Auf den schiefen Ebenen, die den Keil bilden, ruhen die kurzen Arme von 4 zweiarmigen Hebeln aus 2 mm starkem Kupferblech, von denen zwei immer scherenartig verbunden sind und zu beiden Seiten der Rohrmitte liegen. Die Hebelarme haben die Längen 3 cm und 10 cm (Fig. 5). An den Enden der längeren Arme befinden sich die zugespitzten 6 mm langen Sperrhaken. Diese werden für gewöhnlich im Innern des Rohres durch Federn aus Stahldraht (Klaviersaite) zurückgehalten. Die aus 3 Umgängen gebildete Spule dieser Federn sitzt auf der Achse, die den Drehpunkt der Schere darstellt, ihre Enden sind gekreuzt und in der Nähe der Haken mit den längeren Hebelarmen (Umbiegen genügt) verbunden. Die Drehungsachse jeder federnden Schere ist in einen kreisförmigen Holzklötz eingebettet, aus dem soviel herausgesägt ist, daß für die Schere wie für die Spule der Feder genügend Raum vorhanden ist (Fig. 6). Um die 6 mm langen Haken aus den vier Öffnungen

bei den Marken herauszudrücken, genügt nun bei dem Verhältnis der Hebelarme 3:10, daß der keilförmige Schieber jeden kurzen Hebelarm um 1,8 mm hebt, was einem Eindringen des Schiebers um 3,1 mm entspricht.

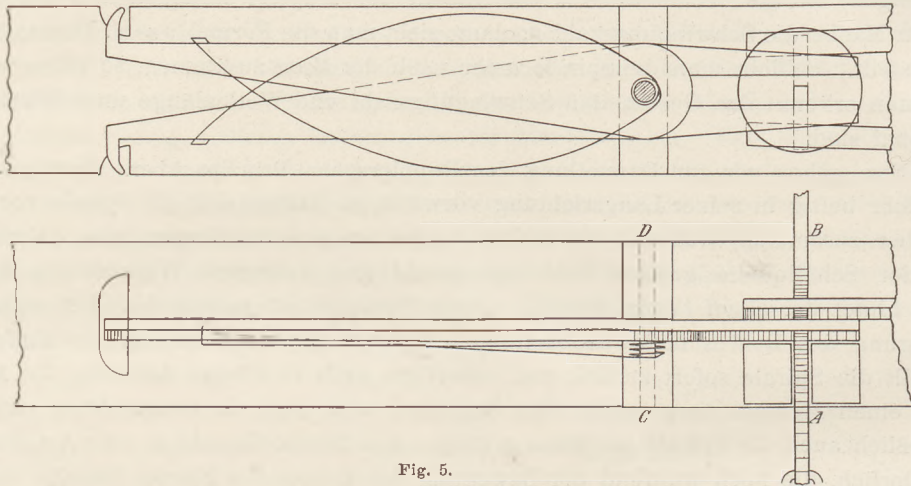


Fig. 5.

Um einem Verbiegen der kurzen Hebelarme beim Heraufgleiten auf der schiefen Ebene vorzubeugen, bewegt sich frei auf dem schmalen Ende des Schiebers ein zylindrisches Bremsklötzchen, welches der Form der inneren Rohrwandung sich anpaßt und ein übermäßiges Eindringen des Schiebers verhindert (Fig. 4 und 5).

Um diese Sperrvorrichtung im Innern des Rohres zu montieren, steckt man zunächst den Schieber durch den breiten Schlitz und sucht das schmalere Ende durch das in das Rohr eingeschobene Bremsklötzchen und den schmalen nach außen führenden Rohrslitz zu führen. Aldann bringt man an der Spitze des Schiebers den Ring an. Nun schiebt man den einen Kreisklotz mit möglichst aufgesperrter Schere in das Rohr so, daß die kurzen Arme den schmalen Teil des zurückgezogenen Schiebers umfassen, und justiert so lange, bis beim Eindringen des Schiebers die Sperrhaken glatt die Öffnungen bei der Marke passieren. Dann wird der Kreisklotz durch Schrauben mit dem Rohre fest verbunden. Dieselbe Manipulation erfordert der zweite Kreisklotz, der von der andern Seite in das Rohr geschoben wird. Nun wird die Spirale auf das Rohr gebracht, wie oben beschrieben, durch Zug so weit verlängert, daß jenseit jeder Marke vielleicht noch 7 Windungen liegen, und der Apparat ist zum Gebrauche fertig.

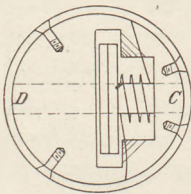


Fig. 6.

Man faßt jetzt das Rohr mit der rechten Hand an einem Ende, den Schieber mit der linken, bewegt das Rohr heftig horizontal in seiner Längsrichtung, drückt den Schieber noch während der Bewegung in das Rohr hinein und hält ihn in dieser Lage fest. Bei geringer Vorübung, die in dem Erfassen des rechten Momentes zum Eindringen des Schiebers besteht, ist ein Versager ausgeschlossen. Nun läßt sich der Schwingungszustand vor und hinter der Schallquelle den Schülern bequem auseinandersetzen (Fig. 7 und 8).

Da die Kupferspirale bei der großen Weichheit des Kupfers ab und zu ihre regelmäßige Anordnung der Windungen einbüßt, muß man sie in solchem Falle nach der Mitte eng zusammenschieben und fest zusammendrehen so, daß sie sich der Rohrform wieder anschmiegt. Nach dem Loslassen und dem Verlängerungszuge ist sie zum neuen Experiment vorbereitet.

Es ist klar, daß die Wirkung dieses Modells auf dem Gesetze der Trägheit, verbunden mit den elastischen Eigenschaften der Spirale, beruht.

Es soll nun am Modell die Formel abgeleitet werden.

Wir denken uns neben dem Apparate einen Maßstab angebracht, mit dem Nullpunkte beim Schieber, der die Bewegung des Apparates nicht mitmacht. Angenommen, wie oben, ein Druck in der Längsrichtung der Kupferspirale pflanze sich in 1'' um 13 ( $v$ ) cm, also bis zu den Löchern mit den Sperrhaken fort. Wirkt der Schieber wie eine Schallquelle kontinuierlich, so mögen 20 ( $n$ ) Verdichtungen nebst ihren Verdünnungen (Kupferwindungen) diese Strecke erfüllen, d. h. mit andern Worten: an das Ohr des Beobachters treffen in 1'' 20 Schwingungen mit der Wellenlänge  $\frac{13}{20}$  cm ( $\lambda = \frac{v}{n}$ ). Bewegt sich nun der Schieber mit einer Geschwindigkeit 3 cm ( $c_1$ ) in der Längsrichtung des Rohres, so drängen sich in der ersten Sekunde die 20 Windungen auf eine Strecke von 10 cm ( $v - c_1$ ) zusammen, die Windungen jenseits der Marke bleiben in Ruhe nach dem Trägheitsgesetze. Die Wellenlänge  $\lambda$  verändert sich dadurch in  $\frac{10}{20}$  cm ( $\lambda_1$ ), also

$$v - c_1 = n \cdot \lambda_1 \dots \dots \dots 1)$$

In der zweiten Sekunde pflanzt sich nun vermöge der elastischen Eigenschaften der Spirale dies gesamte Wellensystem fort und nimmt am Ende der zweiten Sekunde die Strecke vom 16. bis 26. cm ein, während vom 3. bis 16. cm die Spirale die alte Gestalt zurückgewinnt. Der Schieber (die Schallquelle) rückt nun aber wieder um 3 cm ( $c_1$ ) vor und hat am Ende der 2. Sekunde vom 6. bis 16. cm ein dem Wellensystem vom 16. bis 26. cm genau gleiches erzeugt so, daß wir vom 6. bis 26. cm dieselbe Wellenlänge  $\lambda_1$  erhalten, während darüber hinaus noch, nach dem Trägheitsgesetze, die alte Wellenlänge  $\lambda$  besteht. So rücken von Zeiteilchen zu Zeiteilchen die Windungen vor dem Schieber zusammen und erhalten alle die Entfernung  $\lambda_1$ .

Analog rücken hinter dem Schieber die Kupferwindungen auseinander.

Jetzt fassen die Sperrhaken ein und greifen so viel Wellenlängen ab, wie für eine Sekunde an das Trommelfell des Beobachters gelangen so, daß

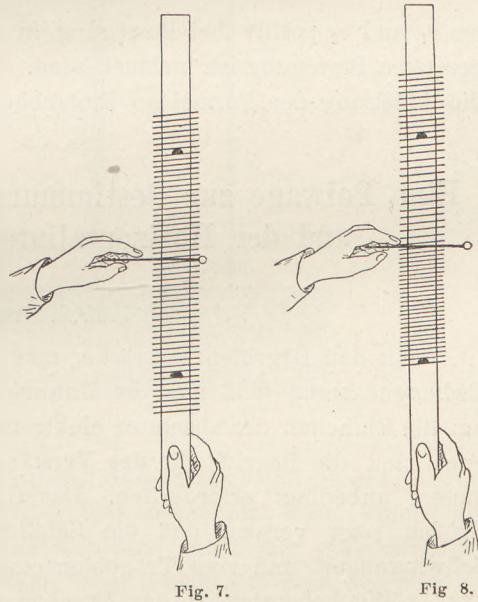
$$v = n_1 \cdot \lambda_1 \dots \dots \dots 2)$$

wird, also durch Division von 1) und 2)  $\frac{v - c_1}{v} = \frac{n}{n_1}$ , d. h.

$$n_1 = n \frac{v}{v - c_1} \dots \dots \dots 3)$$

Für unser Zahlenbeispiel wird  $n_1 = 26$ . Nach dem Versuche sind vom Schieber vorwärts bis zum Haken 26 Kupferwindungen zu zählen.

Zu gleicher Zeit entfernt sich die Schallquelle von einem Beobachter hinter dem Rohre, für ihn ist die Betrachtung ganz entsprechend anzustellen, nur daß die Bewegung



der Schallquelle für ihn entgegengesetzt der Schallfortpflanzung verläuft, also ist  $c_1$  negativ zu nehmen. Die Sperrhaken greifen hinter dem Schieber

$$n_1 = n \frac{v}{v + c_1} \dots \dots \dots 4)$$

oder 16 Windungen ab.

Nehmen wir nun an, die Schallquelle (Schieber) stehe still und der Beobachter vor dem Rohre entferne sich in der Schallrichtung um  $c_2$  cm in der Sekunde. Jetzt treffen in 1 Sekunde nicht mehr  $n$  Schwingungen sein Ohr, er weicht so viel Schwingungen aus, als sein sekundlicher Weg  $c_2$  Wellenlängen  $\lambda$  enthält. Es ist also dasselbe, als wenn die Sperrhaken, die die Schwingungen abgreifen, welche in 1'' das Ohr des Beobachters treffen, um  $c_2$  cm nach der Mitte zu gerückt wären. Die daraus resultierende scheinbare Schwingungszahl sei  $n_2$ , so ist:  $v - c_2 = n_2 \lambda$ , und da  $v = n \lambda$ , so ergibt sich durch Division  $\frac{v - c_2}{v} = \frac{n_2}{n}$  oder

$$n_2 = n \cdot \frac{v - c_2}{v} \dots \dots \dots 5)$$

Bewegen sich nun sowohl die Schallquelle als auch der Beobachter in der Schallrichtung, so tritt für den sich entfernenden Beobachter in Formel 5) statt der Schwingungszahl  $n$  die Schwingungszahl  $n_1$  aus Formel 3) ein und man erhält

$$n_2 = n \cdot \frac{v - c_2}{v - c_1}, \dots \dots \dots 6)$$

wo  $c_1$  und  $c_2$  positiv bei Bewegung in der Schallrichtung und negativ bei entgegengesetzter Bewegung zu nehmen sind. Man sieht, wie durch diese Betrachtung auch die Ableitung der Formel an Einfachheit gewinnt.

## Eine Polwage zur Bestimmung der Polstärke von Magnetnadeln und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus.

Von

Prof. E. Grimsehl in Hamburg.

Mit den Begriffen Polstärke, magnetisches Moment und Horizontalintensität des Erdmagnetismus muß man im Unterricht auf der Oberstufe sicher arbeiten können, um die Einheiten des absoluten elektromagnetischen Maßsystems einführen zu können, auch sind die Begriffe für das Verständnis der Tangentenbussole und des Galvanometers unbedingt erforderlich. Das Gauss'sche Verfahren zur Bestimmung dieser Größen setzt voraus, daß die Schüler die Potentialtheorie, die Lehre von den Schwingungen und vom Trägheitsmomente nicht nur einmal gehabt haben, sondern auch völlig beherrschen; das ist aber eine Forderung, der wohl selten alle Schüler einer Klasse genügen werden, Daher ist der Wunsch berechtigt, für die Bestimmung der in Frage kommenden Größen einfachere Verfahren zu haben.

Es sind schon in früheren Jahrgängen dieser Zeitschrift Vorschläge für diese Bestimmungen gemacht und Apparate dafür angegeben<sup>1)</sup>, trotzdem halte ich die Ver-

<sup>1)</sup> Strecker, Drehwage für absolute magnetische Messungen. ds. Ztschr. IX, 209; Kleiber, Ein Schulversuch zur Messung der Polstärke und des magnetischen Moments. ds. Ztschr. X, 72; Püning, Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus nebst anderen magnetischen Messungen mittels eines neuen Dynmessers. ds. Ztschr. X, 288; Kleiber, Apparat zur Bestimmung des Drehungsmoments einer Magnetnadel. ds. Ztschr. XII, 79; Dechant, Die Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus mittels der Wage, XIV, 292; Noack, Apparate und Aufgaben für physikalische Schülerübungen, Abschnitt 2 (die Polwage), XV, 194.

öffentlichung eines neuen Apparates, welcher demselben Zwecke dient, nicht für überflüssig, besonders da er vielleicht noch einfacher als die früher konstruierten ist.

Der Apparat besteht aus drei verschiedenen Teilen (siehe Figur 1), der eigentlichen Polwage *A*, dem Vertikalmaßstab *B* und dem Stativ für die abstoßende Magnetnadel *C*. Außerdem gehört noch ein Satz kleiner Reitergewichte aus Aluminiumdraht dazu, die die Größe von 10, 20, 30, 40, 50 Dyn haben, damit die Größe der zu messenden Kräfte direkt in Dyn ausgedrückt wird.

Als Magnetnadeln werden Stricknadeln verwandt, die möglichst gleichartig und gleichmagnetisch sind. Man erreicht die gleiche Magnetisierung am leichtesten, indem man die Nadeln gleichzeitig in eine vom Strome durchflossene längere Drahtspirale steckt und dann die Stromstärke allmählich unter Anwendung eines Kurbelrheostaten oder eines Flüssigkeitswiderstandes bis auf Null sinken läßt. Läßt man die so magnetisierten Stricknadeln einige Tage unbeeinflusst von weiteren magnetischen Kräften liegen, so erreichen sie alle nahezu denselben Zustand der magnetischen Sättigung.

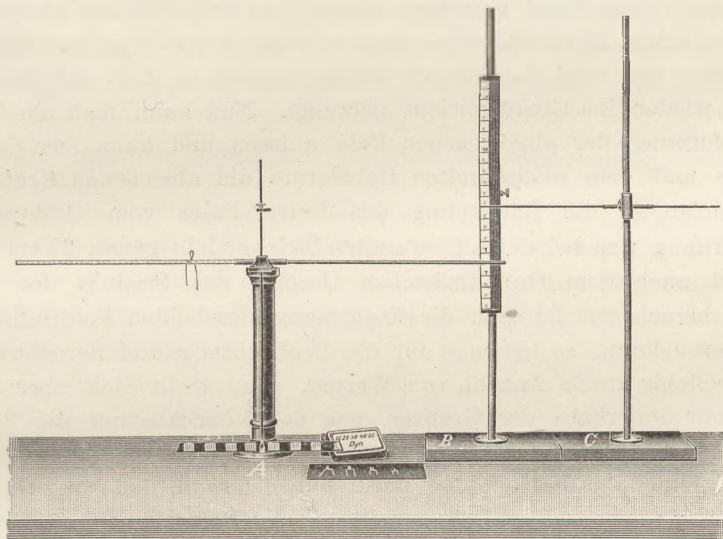


Fig. 1.

Die eigentliche Polwage *A* besteht aus einem Messingstativ, an dessen oberem Ende die Lager für die Schneiden einer Messinghülse angebracht sind, welche auf der einen (in der Figur rechten) Seite zum Hineinstecken einer der magnetisierten Stricknadeln, auf der anderen zum Hineinstecken eines gleich schweren aus Messing gefertigten Reiterlineals dient. Nach unten ist an der Hülse eine lange Zunge angebracht, deren untere Spitze einer auf dem Fuße des Statives befindlichen Spitze gegenüberstehen muß, wenn Stricknadel und Reiterlineal horizontal liegen. Nach oben sitzt auf der Zunge eine Schraube, auf der eine exzentrische Scheibe und ein anderes kleines Balanciergewicht auf und nieder geschraubt werden kann. Die exzentrische Scheibe dient dazu, geringe Ungleichheiten im Gewicht von Stricknadel und Reiterlineal auszugleichen, also die Zunge zum genauen Einspielen zu bringen. Das Balanciergewicht hat den Zweck, den Schwerpunkt des Apparates so weit nach oben zu verschieben, daß die Wage eine möglichst große Empfindlichkeit hat.

Der Vertikalmaßstab *B* besteht aus einem ca. 20 cm langen Spiegelstreifen, dessen Belegung zur Hälfte entfernt ist, und hinter den ein in Millimeter eingeteilter

Maßstab, nämlich ein Streifen Millimeterpapier gelegt ist. Der Spiegelstreifen ist mit einer Fassung versehen, durch welche er an einer messingenen Stativstange auf und ab verschoben und festgestellt werden kann.

Das Stativ *C* dient zur horizontalen Befestigung einer zweiten Magnetnadel. Dieselbe wird in eine federnde Hülse eingeschoben und kann nun mit der Hülse an einer passenden Stelle der Stativstange durch eine Druckschraube festgeschraubt werden.

Bestimmung der Polstärke. Nachdem man die Lage der Pole der beiden Stricknadeln nach irgend einer Methode, z. B. durch die Darstellung der Kraftlinien auf einem über die Stricknadeln gelegten Papier mittels Eisenpulvers oder nach dem von Püning (diese Zeitschr. X, 290) angegebenen Verfahren bestimmt hat, steckt man die eine Stricknadel in die Polwage und stellt unter Benutzung der exzentrischen Scheibe und des Balanciergewichtes Gleichgewicht her. Dann stellt man hinter den freien Pol dieser Stricknadel den Vertikalmaßstab und verschiebt den Maßstab am Stativ so, daß der Pol gerade vor dem Nullpunkte der Teilung liegt. Dann stellt man das mit der festen Nadel versehene Stativ *C* so auf, daß das gleichnamige Polende der Nadel einige Zentimeter über dem beweglichen Pole steht. Die bewegliche Nadel senkt sich und wird dann durch ein Reitergewicht, das auf das Reiterlineal gesetzt wird, wieder ins Gleichgewicht gebracht. Nun kann man am Vertikalmaßstabe die Entfernung der abgestoßenen Pole ablesen und kann aus der Größe des Reitergewichtes und dem angewandten Hebelarme die abstoßende Kraft bestimmen, wenn man außerdem die Entfernung des freien Poles vom Drehpunkte kennt. Letztere Entfernung war bei den angewandten Stricknadeln genau 20 cm. Aus diesen Angaben wird nach dem Coulombschen Gesetze das Produkt der beiden Polstärken  $m_1 m_2$  berechnet. Da man die Entfernung der beiden Pole innerhalb weiter Grenzen variieren kann, so hat man für die Beobachtung und Berechnung des Produktes eine beliebig große Anzahl von Werten. Nun stellt sich aber heraus, daß diese Werte nur innerhalb der Grenzen von 6—15 cm Abstand der Pole übereinstimmen. Für geringere Entfernungen sowohl wie für größere Entfernungen werden die Werte zu klein. Das hat offenbar darin seinen Grund, daß bei zu geringem Abstände der Pole die gegenseitige Influenzwirkung der Pole eine Schwächung derselben zur Folge hat, und daß man bei größeren Entfernungen die anziehende Wirkung des entfernten Poles nicht mehr vernachlässigen darf. Will man daher den Apparat zur Verifikation des Coulombschen Gesetzes benutzen, so darf man über die angegebenen Grenzen nicht hinausgehen. Andererseits erscheint es empfehlenswert, die besprochene Abweichung auch im Unterricht zu zeigen, um die Schüler zu überzeugen, daß der magnetische Pol eines Magneten kein absolut fester Punkt ist.

Die Gültigkeit des Coulombschen Gesetzes setzt voraus, daß der Pol punktförmig ist, und daß die Kraftlinien von diesem Punkte aus geradlinig radial verlaufen, denn hieraus erst erklärt sich die Abnahme der abstoßenden Kraft mit dem Quadrate der Entfernung. Man würde also dann von einem punktförmigen Pole reden können, wenn sich die Kraftlinien, nach rückwärts verlängert, in einem Punkte schnitten. Eine Betrachtung der durch Eisenfeilicht sichtbar gemachten Kraftlinien zeigt aber, daß auch bei einem langen stabförmigen Magneten dieselben nicht genau von einem Punkte ausgehen. Nähert man sich einem Stabmagneten von der Seite her und verlängert die seitlichen Kraftlinien bis zu ihrem Durchschnittspunkte, so liegt derselbe auf der entgegengesetzten Seite des Magnetstabes. Man hat also, genau genommen, die Entfernung vom Pol nicht von dem Stabe ab zu rechnen, sondern von einem ent-



ferneren Punkte. Auch dieses wird ein Grund für die scheinbare Abweichung vom Coulombschen Gesetze sein.

Folgende Beobachtungsreihe möge die angegebenen Verhältnisse veranschaulichen. Hierin bedeutet  $r$  den Abstand der abstoßenden Pole in Zentimetern,  $k$  die in Dyn gemessene abstoßende Kraft und  $m_1 m_2$  das aus diesen Werten nach dem Coulombschen Gesetze berechnete Produkt der beiden Polstärken in absolutem Maße:

$r$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$k$	40	24,5	16,5	12	10	7,5	5,8	4,7	3,8	3,1	2,6	2,2	1,9	1,6	1,2
$m_1 m_2$	160	221	264	300	360	368	371	381	380	375	374	372	372	360	307

Als Mittelwert der in dem Intervalle 6—15 cm gefundenen Werte ergibt sich hieraus  $m_1 m_2 = 371$ .

Unter der Voraussetzung, daß die beiden Pole  $m_1$  und  $m_2$  gleich stark sind, folgt hieraus  $m = \sqrt{371} = 19,3$  M. E. Will man diese Voraussetzung nicht machen, so muß man außer den beiden schon benutzten Nadeln noch eine dritte mit der Polstärke  $m_3$  zu Hilfe nehmen. Dann bestimmt man in derselben Weise wie vorhin noch  $m_1 \cdot m_3$  und  $m_2 \cdot m_3$ . Sind die für die drei Produkte erhaltenen Werte  $m_1 m_2 = a$ ,  $m_1 m_3 = b$ ,  $m_2 m_3 = c$ , so findet man sofort durch Multiplikation der beiden ersten Werte und Division durch den dritten  $m_1 = \sqrt{\frac{a b}{c}}$ . Ebenso ist  $m_2 = \sqrt{\frac{a c}{b}}$  und  $m_3 = \sqrt{\frac{b c}{a}}$ . Bei drei in übereinstimmender Weise magnetisierten Stricknadeln ergaben sich die Werte  $m_1 = 18,4$ ,  $m_2 = 20,1$ ,  $m_3 = 19,2$ .

Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus. Hat man nach der vorher angegebenen Methode die Polstärke eines Magnetstabes bestimmt, so ist die Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus nach folgendem Verfahren leicht auszuführen.

Fig. 2 zeigt die ganze Versuchsanordnung. Man braucht dazu folgende drei Versuchsbestandteile: Einen Spiegel  $B$ , auf dem eine Reihe von parallelen Linien gezogen sind, die die Richtung des magnetischen Meridians angeben, ferner ist in der Nähe der einen Längskante des Spiegels eine gerade Linie senkrecht zu der Meridianrichtung gezogen, und endlich ist in der Nähe einer dazu senkrechten Längskante, also in der Richtung des magnetischen Meridians eine Millimeterteilung  $C$  ange-

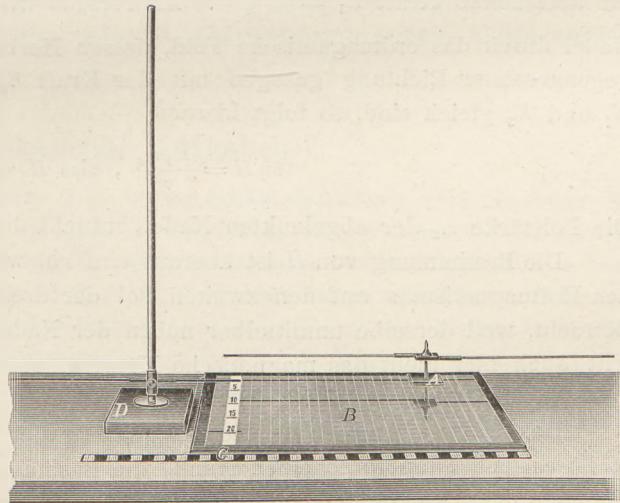


Fig. 2.

bracht, die ihren Nullpunkt auf der vorigen Geraden hat. Die angegebenen Linien werden am besten auf der Belegseite des Spiegels eingeritzt und mit weißer Farbe bestrichen. Die Millimeterteilung ist ein Streifen Millimeterpapier, das unter einen von der Belegung des Spiegels befreiten Streifen untergelegt ist. Der Spiegel ist zum Schutze mit einem Stück dicker Pappe hinterklebt. Der zweite Bestandteil  $A$  der Versuchsanordnung ist eine auf einer niedrigen Spitze mittels Glas-

hütchens aufgesetzte messingene Doppelhülse. In dem einen Teile der Hülse wird eine magnetisierte Stricknadel (deren Polstärke übrigens nicht bekannt zu sein braucht, wenn man auch passend eine der vorhin benutzten Stricknadeln hierzu verwendet) so weit hineingesteckt, daß der eine Pol unmittelbar neben dem Glashütchen der Hülse sitzt. In den anderen Teil der Hülse wird zur Erzeugung des Gleichgewichts ein ebenso schwerer Messingdraht (man kann auch das Reiterlineal aus der Polwage nehmen) so weit hineingesteckt, daß die Hülse frei auf der Spitze drehbar ist, und daß die Stricknadel horizontal schwebt. Der dritte Teil der Versuchsanordnung ist das schon vorhin benutzte Stativ *D* mit der einen Stricknadel, deren Polstärke nach dem vorhin angegebenen Verfahren möglichst genau bestimmt sein muß. Die Stativhülse wird soweit nach unten geschoben, daß die Stricknadel in derselben Höhe liegt, wie die auf der Spitze schwebende.

Man stellt die auf der Spitze schwebende Stricknadel mit dem Nadelstativ *A* so auf den auf dem Tische liegenden Spiegel *B*, daß die Stricknadel gerade über der senkrecht zu den magnetischen Meridianlinien liegenden Linie so schwebt, daß der freie, also nicht am Hütchen liegende Pol genau über dem Nullpunkt der Teilung ist. Dann dreht man den Spiegel mit der auf ihm stehenden Nadel auf dem Tische, bis die frei schwebende Nadel genau mit einer der Meridianlinien zusammenfällt. Darauf bringt man die Nadel durch die im Stativ *D* befindliche Nadel mit ihrem gleichnamigen Pol aus der bisherigen Gleichgewichtslage und lenkt sie um  $90^\circ$  ab, d. h. so weit, daß ihr freier Pol über dem Nullpunkte der Millimeterteilung *C* ruht. Endlich liest man die Entfernung des ablenkenden Poles an der Millimeterteilung *C* ab. Der Spiegel gestattet, die Ablesung ohne Parallaxe vorzunehmen.

Ist die Polstärke der ablenkenden Stricknadel  $m_1$ , die der abgelenkten Nadel  $m_2$ , und ist die auf dem Maßstabe abgelesene Entfernung der beiden Pole  $r$ , so beträgt die abstoßende Kraft  $K_1 = \frac{m_1 m_2}{r^2}$ . Andererseits wird der freie Pol  $m_2$  der drehbaren Nadel durch das erdmagnetische Feld, dessen Horizontalintensität  $H$  beträgt, in entgegengesetzter Richtung gezogen mit der Kraft  $K_2 = m_2 \cdot H$ . Da die beiden Kräfte  $K_1$  und  $K_2$  gleich sind, so folgt hieraus

$$m_2 H = \frac{m_1 m_2}{r^2}, \text{ also } H = \frac{m_1}{r^2}.$$

Die Polstärke  $m_2$  der abgelenkten Nadel braucht demnach nicht bekannt zu sein.

Die Bestimmung von  $H$  ist überaus einfach, wenn man  $m_1$  kennt. Die Wirkung des Erdmagnetismus auf den zweiten Pol der drehbaren Nadel kommt gar nicht in Betracht, weil derselbe unmittelbar neben der Nadelachse liegt. Aus diesem Grunde tritt auch hier nicht das magnetische Moment, sondern nur die Polstärke des einen Poles in die Rechnung ein.

Da der Zeitaufwand für die Bestimmung der Horizontalintensität so gering ist, so ist es leicht, innerhalb einer Stunde die Bestimmung an verschiedenen Stellen des Zimmers oder des Schulgebäudes oder bei windstillem Wetter im Freien vorzunehmen.

Hierbei habe ich die Beobachtung gemacht, daß an verschiedenen Stellen des Zimmers die Horizontalintensität außerordentlich verschieden ist. Außerdem stellte sie sich in unserem Schulhause, das starke eiserne Trägerkonstruktion hat, stets als zu klein heraus. Besonders in unseren Physikräumen, die über der Turnhalle liegen, und deren Fußbodenkonstruktion aus besonders starken Eisenträgern besteht, die an einigen Stellen noch durch eiserne Säulen gestützt sind, hatte sie einen auffallend niedrigen Wert; sie ging bis zu 0,06 herunter. Wenn ich auch früher schon nach dem

Gauss'schen Verfahren wiederholt Bestimmungen gemacht habe oder durch die Schüler habe machen lassen, die auffallend niedrige Werte lieferten, so bin ich doch jetzt erst wegen der einfachen Versuchsanordnung im stande, einen Überblick über die ganze Intensitätsverteilung zu gewinnen. Daß die auffallenden Abweichungen von dem wahren Wert nicht auf die Methode zu schieben sind, was ich anfänglich vermutete, ergibt sich daraus, daß die im Freien gemachten Beobachtungen alle genau mit dem für Hamburg angegebenen Mittelwerte von 0,188 übereinstimmen, und daß auch die Kontrolle der Beobachtungen an einzelnen Punkten im Innern des Hauses durch Beobachtungen nach dem Gauss'schen Verfahren die Richtigkeit der gefundenen Werte ergab.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, anzugeben, daß bei der Bestimmung der Horizontalintensität gerade diejenigen Entfernungen der beiden abstoßenden Pole zur Beobachtung gelangen, für die die Übereinstimmung mit dem Coulombschen Gesetze vollständig ist. Es war, um nur zwei Beispiele anzuführen, die Polstärke  $m_1 = 19,2$  M. E. und die Entfernung  $r = 11,3$  cm. Hieraus folgt für  $H$  an dem betrachteten Punkte

$$H = \frac{19,2}{11,3^2} = 0,15.$$

An einem Punkte auf einem in der Nähe des Schulhauses liegenden freien Spielplatze wurde mit derselben Nadel  $m_1 = 19,2$  M. E. die Entfernung 10,1 cm bestimmt. Hieraus folgt

$$H = \frac{19,2}{10,1^2} = 0,188.$$

Zum Schlusse bemerke ich noch, daß dieselbe Polwage auch geeignet ist zur absoluten Messung elektrostatischer Potentiale, wenn man statt der magnetisierten Stricknadeln dünne Glasstäbchen anwendet, an deren Enden leichte Kugeln angebracht sind, die, elektrisch geladen, einander mit einer Kraft abstoßen, die ebenfalls durch die auf das Reiterlineal gesetzten Reiterchen gemessen werden kann. Auf diese Versuche denke ich in einem späteren Aufsätze noch einmal näher zurückzukommen.

### Physikalische Aufgaben<sup>1)</sup>.

8. In den umstehenden Figuren 1 bis 8 sind Schaltungsskizzen zum Nachweis des Jouleschen Gesetzes angegeben. In den vier ersten Figuren bedeuten 2 V (Volt) und 4 V einen bzw. zwei Akkumulatoren, die so groß sind, daß man ihren inneren Widerstand vernachlässigen kann. 1  $\Omega$  und  $\frac{1}{2}$   $\Omega$  sind Eisendrähte von ca. 200 mm Länge und 0,3 mm Dicke, von denen entweder einer allein oder zwei parallel geschaltet im Stromkreise liegen. In den vier letzten Figuren bedeutet  $D$  eine Dynamomaschine von 110 Volt Spannung (Netzstrom). Der Strom der Dynamomaschine ist durch eine bzw. zwei parallel geschaltete Glühlampen von (angenommen) 220  $\Omega$  Widerstand auf die Stromstärke von (rund)  $\frac{1}{2}$  bzw. 1 Ampère gebracht. Alle Zuleitungen sind als widerstandslos angenommen. Die vertikal gezeichneten Eisendrähte verlaufen innerhalb eines Kalorimeters<sup>2)</sup>, damit die in diesen Drähten entwickelte Stromwärme gemessen werden kann.

<sup>1)</sup> *Ann. d. Red.* Die in Jahrg. XV Heft 6 d. Zeitschr. von Herrn Grimsehl mitgeteilten Versuche haben zu einem Meinungs-austausch zwischen dem Verfasser und Herrn B. Kolbe geführt, da gewisse von Herrn B. Kolbe mit dem Differential-Thermoskop angestellte Versuche denen des Herrn Grimsehl zu widersprechen schienen. Die oben zusammengestellten schematischen Figuren geben eine Übersicht über die verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten.

<sup>2)</sup> Man kann zum Messen auch die von Looser und Kolbe angegebenen Anordnungen mit dem Thermoskop benutzen (d. Ztschr. VIII, 300; XI, 109; XV, 341).

Versuchsergebnisse: Die entwickelte Stromwärme  $Q$  beträgt, wenn der Stromschluß jedesmal dieselbe Zeit hindurch erfolgt (die Indizes beziehen sich auf die Figurennummern):

1.  $Q_1 : Q_2 = 1 : 2$  } trotzdem sich in beiden Fällen die Stromstärken wie 1 : 2 verhalten.
2.  $Q_3 : Q_1 = 1 : 4$  }
3.  $Q_2 : Q_4 = 1 : 2$ , trotzdem die Stromstärken gleich sind.
4.  $Q_5 : Q_6 = 2 : 1$ , also umgekehrt wie bei den Versuchsanordnungen Fig. 1 und Fig. 2,

obgleich die Versuchsanordnungen sich nur dadurch von den ersten beiden unterscheiden, daß als Stromquelle statt des Akkumulators der durch eine vorgeschaltete Glühlampe regulierte Netzstrom verwendet ist.

5.  $Q_5 : Q_7 = 1 : 4$  }
  6.  $Q_8 : Q_8 = 1 : 2$  }
- trotzdem in beiden Fällen die zweite Stromstärke doppelt so groß ist wie die erste.

Wie sind die scheinbaren Widersprüche gegen das Gesetz, daß die entwickelte Wärmemenge dem Quadrate der Stromstärke proportional ist, zu lösen?

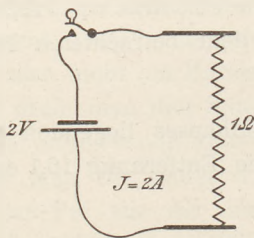


Fig. 1.

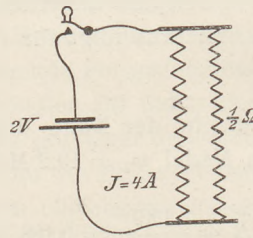


Fig. 2.

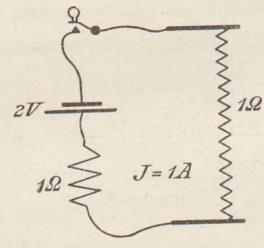


Fig. 3.

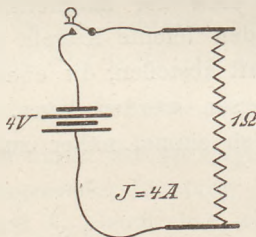


Fig. 4.

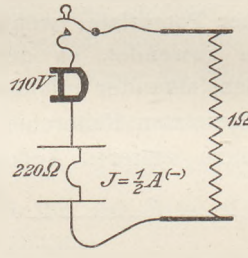


Fig. 5.

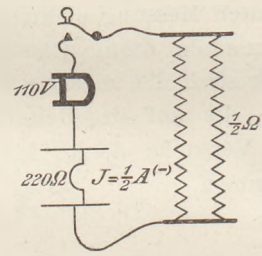


Fig. 6.

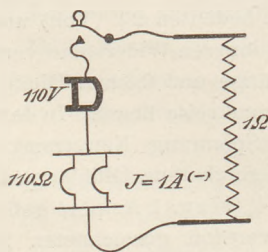


Fig. 7.

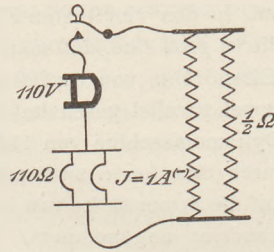


Fig. 8.

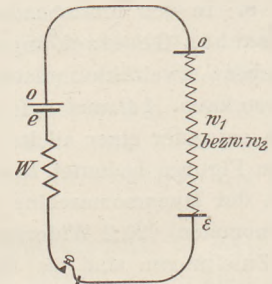


Fig. 9.

Auflösung: Man berechne in jedem Falle die an den Enden des Meßdrahtes herrschende Spannung  $E$ , so ergibt sich  $E_1 = 2 V$  (Volt),  $E_2 = 2 V$ ,  $E_3 = 1 V$ ,  $E_4 = 4 V$ ,  $E_5 = 1/2 V$  (nahezu),  $E_6 = 1/4 V$  (nahezu),  $E_7 = 1 V$  (nahezu),  $E_8 = 1/2 V$  (nahezu). Die letzten vier Werte ergeben sich aus dem Spannungsabfall längs der ganzen von der Dynamomaschine ausgehenden Leitung, die ersten vier daraus, daß wegen des zu vernachlässigenden Widerstandes des Akkumulators und der Zuleitungen die ganze Klemmenspannung an den Enden des Meßdrahtes auftritt, jedoch bei Fig. 3 nur in der Größe von 1 V wegen des Vorschalt-

widerstandes von  $1 \Omega$ . Dann ergibt sich als Ausdruck für die Stromleistung  $Q$  in allen acht Fällen der Wert  $J \cdot E$ . Er beträgt, ausgedrückt in Watt:

$$Q_1 = 4, Q_2 = 8, Q_3 = 1, Q_4 = 16, Q_5 = \frac{1}{4}, Q_6 = \frac{1}{8}, Q_7 = 1, Q_8 = \frac{1}{2}.$$

Da nun die in gleichen Zeiten entwickelte Stromwärme der in Watt ausgedrückten Stromleistung, also auch der Stromenergie ( $E \cdot J \cdot t$ ) proportional ist, so ergeben sich die auf den ersten Augenblick auffallenden Resultate.

Man kommt auch zur richtigen Erklärung, wenn man die Stromleistung durch das Produkt  $i^2 w$ , wo  $w$  den Widerstand des Leiters bedeutet, berechnet. Jedenfalls lehren die Beispiele, daß man beim Nachweise des Jouleschen Gesetzes nicht nur auf die Stromstärke, sondern auch auf die Spannung, bezw. auf den Widerstand des gesamten Schließungskreises Rücksicht zu nehmen hat.

Ist der Widerstand der gesamten Stromzuleitung sehr groß, so ist die Menge der in einem Draht erzeugten Wärme seiner Länge proportional; ist dagegen jener Widerstand verschwindend klein, so wird die erzeugte Wärmemenge der Länge des Drahtes umgekehrt proportional sein.

*E. Grimsehl.*

9. Aufgabe: In den Stromkreis eines Akkumulators, dessen innerer Widerstand so klein ist, daß er vernachlässigt werden kann, ist ein Hitzdraht mit dem Widerstande  $w_1$  und ein Vorschaltwiderstand  $W$  eingeschaltet. Wie groß muß der Vorschaltwiderstand  $W$  gewählt werden, damit die durch den elektrischen Strom in dem Hitzdrahte in einer Sekunde erzeugte Wärmemenge ungeändert bleibt, wenn man den Widerstand des Hitzdrahtes so verändert, daß er die Größe  $w_2$  erhält? (Fig. 9).

Auflösung: Damit die in dem Hitzdrahte erzeugte Wärmemenge unverändert bleibt, muß in beiden Fällen die durch das Produkt  $i \cdot \varepsilon \cdot t$  bestimmte Stromenergie dieselbe bleiben, wo  $i$  die Stromstärke,  $\varepsilon$  die an den Enden des Hitzdrahtes herrschende Spannungsdifferenz und  $t$  die Zeit bedeutet. Da die Zeit in beiden Fällen dieselbe ist, heißt die Bedingungs-  
gleichung für die Aufgabe

$$i_1 \cdot \varepsilon_1 = i_2 \cdot \varepsilon_2.$$

Nun ist, wenn  $e$  die Spannungsdifferenz an den Klemmen des Akkumulators bedeutet,

$$i_1 = \frac{e}{W + w_1} \quad i_2 = \frac{e}{W + w_2}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{e \cdot w_1}{W + w_1} \quad \varepsilon_2 = \frac{e \cdot w_2}{W + w_2}.$$

Setzt man diese Werte in die obige Bedingungs-gleichung ein, und läßt man den gemeinsamen Faktor  $e^2$  fort, so folgt

$$\frac{w_1}{(W + w_1)^2} = \frac{w_2}{(W + w_2)^2}$$

oder

$$\frac{W + w_1}{W + w_2} = \frac{\sqrt{w_1}}{\sqrt{w_2}}.$$

Hieraus folgt durch Auflösen der Gleichung für  $W$

$$W = \frac{w_1}{2} \left( 1 + \frac{\sqrt{w_2}}{\sqrt{w_1}} \right)^2.$$

Beispiel:  $w_1 = 1 \Omega$ ,  $w_2 = 2 \Omega$ .  $W = \frac{1}{2} (1 + \sqrt{2})^2 = 2,919 \Omega$ .

Frage: Setzt man in die Endgleichung für  $W$  den Wert  $w_2 = 0$  ein, so ergibt sich

$W = \frac{w_1}{2}$ . Das würde also heißen, daß die in einem Leiter  $w_1$  erzeugte Stromwärme, unter der Voraussetzung, daß der Widerstand im übrigen Schließungskreise den Wert  $\frac{w_1}{2}$  hat, ebenso groß ist, als wenn der Widerstand unendlich klein wäre. Nun ist aber die Stromwärme in einem unendlich kleinen Widerstande stets gleich Null, also könnte man hieraus schließen, daß auch in dem Widerstand  $w_1$  die Stromwärme gleich Null wäre. Wo liegt der Fehler dieser Schlußfolgerung?

Antwort: Die Gleichung

$$\frac{W + w_1}{W + w_2} = \frac{\sqrt{w_1}}{\sqrt{w_2}}$$

hat nur dann Gültigkeit, wenn keiner der beiden Nenner Null wird.

*E. Grimschl.*

10. Die von Herrn Fuchs ausgeführten Bemerkungen (d. Zeitschr. XVI, 86) beanstanden meine (d. Zeitschr. XV, 216) für die Steighöhe der Kugeln in der „Kugelschwebe“ entwickelte Formel und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen. Meine Formel war entwickelt „unter der besonderen Voraussetzung, daß sie (die Kugeln) gleich groß sind“. Dieser einfachste Fall konnte bei meiner Ableitung nur in Frage kommen, da sich die Ableitung gegen die Notiz in Frick-Lehmans Physikalischer Technik § 282, 10 wendet, wo ausdrücklich steht, daß „einige gleich große, aber verschieden schwere Kugeln eingebracht“ werden. Aus diesem Grunde ist die Ansicht von Herrn Fuchs, meine Formel sei „unvollständig“ entwickelt, nicht zutreffend. Daß sich an die Betrachtung der Kugelschwebe noch andere Überlegungen anknüpfen lassen unter Voraussetzung anderer Bedingungen, ist selbstverständlich.

Ferner erscheint es doch wohl gesucht, wenn man bei Berechnung der Steighöhe einer Kugel an die Gipfelpunkte denkt. Die allgemein übliche Sprachweise ist die, daß man den Mittelpunkt der Kugel als den Punkt ansieht, der die Kugel vertritt, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes gesagt ist.

Durch die obigen Auseinandersetzungen erledigt sich auch der letzte Einwand von Herrn Fuchs, wonach ich „unrecht“ haben soll, wenn ich die Gültigkeit meiner Formel auf Kugeln gleicher Größe beschränke. Übrigens ist zu bemerken, daß die Mittelpunkte der Kugeln von verschiedenem Radius bis zu gleicher Höhe steigen, daß aber die Strecke, um welche die Kugeln steigen, also die eigentliche Steighöhe, d. h. die Höhe von der Ruhelage der Kugeln aus gemessen, für verschieden große Kugeln tatsächlich verschieden groß ist, da die Ruhelage für verschieden große Kugeln verschieden hoch ist. Das geht auch sehr einfach aus der von Herrn Weinhold (d. Zeitschr. XV, 349) entwickelten Formel hervor, wenn man in dieser Formel für die Steighöhe  $h = r - \frac{g t^2}{4 \pi^2}$  statt des Radius  $r$  (Krümmungsradius) den Wert  $R - \rho$  einführt, wo  $R$  den Krümmungsradius der Schale und  $\rho$  den Radius der Kugel bedeutet.

*E. Grimschl, Hamburg.*

11. Um die Höhe der senkrecht aufsteigenden Wand eines Eisberges zu messen, feuert man einen Schuß ab, dessen Echo nach 4,6 Sekunden gehört wird, und mißt mit dem Sextanten den Winkel, unter dem die Höhe der Wand erscheint; er beträgt  $2^\circ 30'$ . Wie hoch ragt die Wand empor? (Schallgeschwindigkeit 340 m.) Nach Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres S. 188.

*A. Schmidt.*

## Kleine Mitteilungen.

### Kleine Beiträge zur Mechanik.

Von **Karl Fuchs** in Preßburg.

1. Eine falsche Ablesevorrichtung. An Apparaten zur Demonstration der Ausdehnung durch Wärme findet man gewöhnlich einen Fühlhebel mit einem kurzen und einem langen Schenkel, und der Ausschlag wird an einer kreisförmigen Skala II abgelesen (Fig. 1). Das ist falsch. Aus den ähnlichen rechtwinkligen Dreiecken  $Cab$  und  $CAB$  ersieht man sofort, daß die Ablesung an einer geraden Skala I erfolgen muß.

Ich würde vorschlagen, bei solchen Fühlhebeln eine Klotzvorlage  $P$  mit einer Schneide bei  $a$  zu verwenden, an der der kürzere Schenkel gleitet; der Apparat hat dann einen konstanten Vervielfältigungskoeffizienten  $\gamma = cA : ca$ .

2. Ein Streckenmultiplikator. Sehr kleine Verschiebungen macht man gewöhnlich mittels eines Fühlhebels oder eines Poggendorffschen Spiegels für das Auge weithin sichtbar. Oft empfiehlt sich ein Apparat von folgender Einrichtung (Fig. 2):

Über einen Metallteller  $T$  ist ein Pergamentpapier oder ein Kautschukhäutchen gespannt, und an dieser elastischen Lamelle klebt die Metallscheibe  $D$  in ihrer ganzen Ausdehnung, sodaß zwischen  $D$  und  $T$  ein geschlossener Zwischenraum von etwa 1 mm Weite entsteht. An den Teller  $T$  schließt sich ein Glasrohr  $R$  mit einem Tropfen  $t$ , sowie ein Regulierstiefel  $B$ .

Wenn  $D$  einen Flächeninhalt von 40 qcm hat (was sehr wenig ist), und  $R$  hat ein Lumen von 4 qmm, dann hat eine Senkung  $\varepsilon$  der Scheibe  $D$  eine Verschiebung  $100 \varepsilon$  des Tropfens zur Folge.

Weit genauer wirkt der Apparat, wenn im geschlossenen Raum nicht Luft, sondern eine Flüssigkeit sich befindet, sodaß  $t$  das Fadenende ist; der Apparat ist um so empfindlicher, je größer der Teller  $T$  ist.

Wenn genügend große Kräfte vorhanden sind, dann konstruiert man  $D$  als Kolben in einem Stiefel und hat dann einen Apparat, der als Meßinstrument dienen kann.

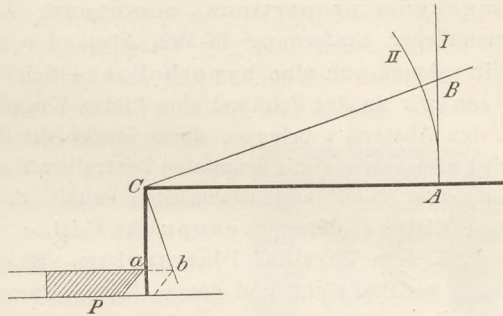


Fig. 1.

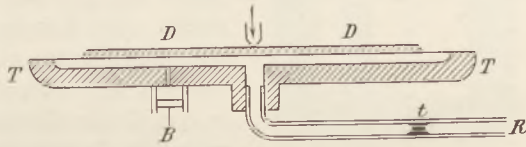


Fig. 2.

3. Die Kugelschwebe. Die Kugelschwebe kommt meines Wissens in zwei Formen vor: als halbkreisförmige Rinne und als halbkugelige Schale. In beiden Fällen soll die Führung eine eingelegte Kugel in konstantem Abstand von einem in der vertikalen Drehungsachse liegenden Punkte (den Krümmungsmittelpunkt der Rinne resp. Schale) erhalten. Dieser Zweck wird aber in durchaus ungenügender Weise erreicht.

Besser und instruktiver ist der folgende Apparat (Fig. 3). An einer vertikalen Achse, die aber nicht schwanken darf, steckt eine horizontale Querstange, an der drei Pendel von verschiedener Länge hängen. Wenn man die Achse immer schneller dreht, dann hebt sich erst das längste (I), dann das zweite (II), endlich das dritte Pendel (III) u. s. w., sodaß die gehobenen Kugeln immer in derselben Ebene kreisen. Für die Tiefe  $h$  der kreisenden Kugel unter dem Aufhängepunkt gilt namentlich die Formel  $h = g/w^2$ , wo  $w$

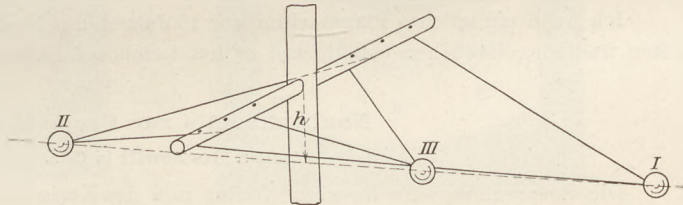


Fig. 3.

die Winkelgeschwindigkeit ist.  $h$  ist also nicht nur von der Masse, sondern auch von der Länge des Pendels unabhängig. Das ist eine der hübschesten Eigenschaften des Wattschen Pendels.

4. Versinnlichung des Potentials. 1. Eine Zentralkraft  $K$  wirke auf die Masse  $m$  dem Abstand proportional anziehend:  $K = a m r$ . Wenn man also die Masse  $m$  aus dem Mittelpunkt  $C$  in den Abstand  $r$  bringt, dann leistet man die Arbeit  $\frac{1}{2} a m r^2$ . Wir nehmen nun eine parabolische Schüssel (wie sie der Drechsler herstellen kann) mit der erzeugenden Kurve (I, Fig. 4)  $y = \frac{1}{2} p r^2$ . Wenn wir eine kleine Kugel von der Masse  $m$  aus dem Mittelpunkt  $C$  in den Horizontalabstand  $r$  bringen, dann leisten wir gegen die Schwerkraft die Arbeit  $g m y = \frac{1}{2} g m p r^2$ . Die Kugel wird also von einer horizontalen Zentralkraft  $a m r$  angegriffen, wobei  $a = g p$  ist, und wenn die Kugel einen tangentialen

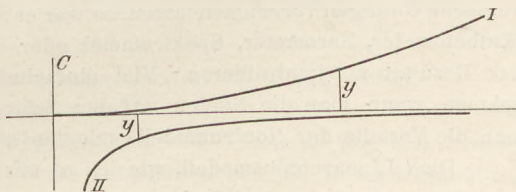


Fig. 4.

Stoß erhält, dann rollt sie in der Schüssel (angenähert) in einer Ellipse, deren Mittelpunkt  $C$  ist.

2. Eine Zentralkraft  $K$  wirke auf die Masse  $m$  dem Quadrat des Abstandes umgekehrt proportional anziehend:  $K = a m/r^2$ . Wenn man also die Masse  $m$  aus unendlicher Entfernung in den Abstand  $r$  bringt, dann leistet die Kraft die Arbeit  $a m/r$ . Wir nehmen nun eine hyperbolische Schüssel mit der erzeugenden Kurve (II):  $y = p/r$ . Wenn wir in der Schüssel eine kleine Kugel von der Masse  $m$  aus unendlicher Entfernung in den Abstand  $r$  bringen, dann leistet die Schwere die Arbeit  $mgy = mgp/r$ . Die Kugel wird also von einer horizontalen Zentralkraft  $a m/r^2$  angegriffen, wobei  $a = gp$  ist, und wenn die Kugel einen tangentialen Stoß erhält, dann rollt sie in der Schüssel (angenähert) in einer Ellipse, deren Brennpunkt  $C$  ist.

5. Ein Vertikal-Planetarium. Es soll ein Planetarium beschrieben werden, dessen Ebene vertikal steht, und dessen Mechanismus verdeckt ist (Fig. 5 und 6).

Jede Planetenbahn wird durch einen innen gezähnten Blechring  $a_1 a_2 \dots$  dargestellt, und jeder Ring hängt an einer Zahntrommel  $b_1 b_2 \dots$ , die an einer Achse  $c_1$  resp.  $c_2 \dots$  steckt. Die Zahntrommeln sind miteinander mittels doppelter Zahnübersetzung, also vermittels Zwischenachsen  $c_{12} c_{23} \dots$  verbunden. Wir haben dann soviel Radien ( $r_1 r_2 r_3 r_4$ ) zur Verfügung, daß das gewünschte Verhältnis der Umlaufseiten sehr genau hergestellt werden kann.

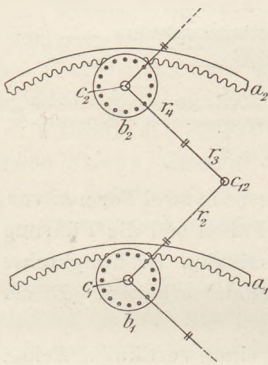


Fig. 5.

Die Blechringe  $a_1 a_2 \dots$  sind Flanschen an den Blechreifen  $k_1 k_2 \dots$ , und diese Reifen treten durch Ringspalten der weißen Tafel  $T$  vor und stellen dem Auge die kreisförmigen Planetenbahnen dar; wie dick das Blech, so dick der (scheinbare) Strich. An jedem Reifen ist vor der Tafel ein Messingknopf be-

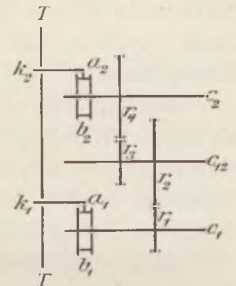


Fig. 6.

festigt, der den Planeten darstellt.

Ich habe ein solches Planetarium vor 15 Jahren aus Pappe, Kork, Glasröhrchen, Drahtstiften und Siegellack hergestellt, und es hat tadellos funktioniert.

### Noniusmodelle zur Projektion.

Von Dr. Bernoulli in Cöln.

Die Besprechung des linearen Nonius und des Kreisnonius soll nicht nur dazu dienen, dem Schüler das Prinzip dieser bei so vielen Meßinstrumenten vorkommenden Hilfsmittel zu erklären, sondern sie soll ihn in den Stand setzen, in jedem gegebenen Falle Ablesungen am Nonius vornehmen zu können. Letzteres erreicht man mit den großen käuflichen Noniusmodellen nicht leicht, da sie zu wenig den praktisch vorkommenden Nonien ähnlich sind und der Schüler, auch wenn er an denselben Ablesungen zu machen verstanden hat, sich an den feinen Nonien der Meßinstrumente nicht mehr zurechtfindet. Wollte man bisher wirklich nützliche Übungen vornehmen lassen, so war es nötig, den Schüler an ein solches Meßinstrument (Kathetometer, Barometer, Spektrometer oder dergl.) herantreten und ablesen zu lassen und das Resultat zu kontrollieren. Viel einfacher und besser kann man solche Übungen vornehmen, wenn man die Nonien auf den Schirm projiziert. Durch diese Methode vereinigt man die Vorteile der Nonienmodelle mit denjenigen der subjektiven Ablesung.

Dem Linearnoniusmodell, wie ich es mir für den Unterricht habe konstruieren lassen, liegt die Anwendung des Nonius zu Barometerablesungen zu Grunde. In dem rechteckigen Ausschnitte des Holzrahmens, der an Stelle des Halters für Glasphotogramme vor den Kondensator des Projektionsapparates gesteckt wird, befindet sich eine Glasröhre, in der sich ein Metallstab durch eine Schraube auf und nieder bewegen läßt. Die Glasröhre entspricht dem



Barometerrohr, der Metallstab stellt das Quecksilber dar. Neben dem Rohr befindet sich die Skala. Diese ist auf eine Glasplatte aufgeätzt, die Zahlen sind so geschrieben, daß sie in der Projektion aufrecht erscheinen, und gehen von 740—770 entsprechend den in der Praxis vorkommenden Barometerständen. Eine zweite Glasplatte trägt die Noniusteilung und ist durch eine Schraube verschiebbar. Figur 1 zeigt den Apparat in  $\frac{1}{4}$  nat. Größe; Figur 2 das Bild, wie es auf dem Schirme erscheint. Die Skalenstriche und Zahlen sind auch bei nicht verdunkeltem Zimmer weithin sichtbar und können von allen Plätzen des Klassenzimmers aus genau gesehen werden. —

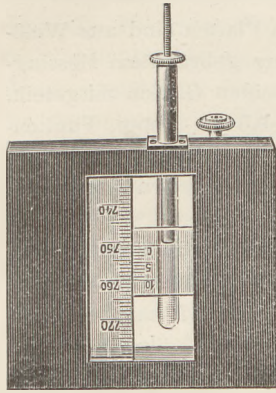


Fig. 1.

Nachdem die Quecksilbersäule beliebig eingestellt worden ist, verschiebt man die Noniusskala durch Drehen an der betreffenden Schraube, bis der verlängerte O-Strich die Kuppe der Quecksilbersäule tangiert. Diese Stellung läßt man sich von einem Schüler angeben. Jetzt macht ein Schüler die Ablesung, während die übrigen dieselbe kontrollieren. —

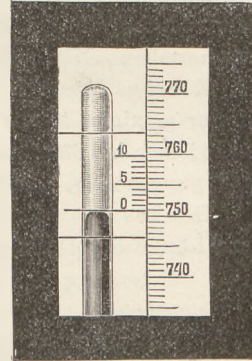


Fig. 2.

Dem Kreisnonius konnte kein so konkreter Fall, wie dem Linearnonius, zu Grunde gelegt werden. Beide Skalen sind wiederum auf Glas geätzt. Die Hauptteilung ist fest, der Nonius läßt sich durch die seitliche Schraube der Hauptteilung entlang führen. 29 Teile der Hauptteilung sind beim Nonius in 30 Teile geteilt; die Teilstriche des Nonius aber so bezeichnet, daß sie direkt Minuten bedeuten. Es läßt sich somit auf 2 Minuten

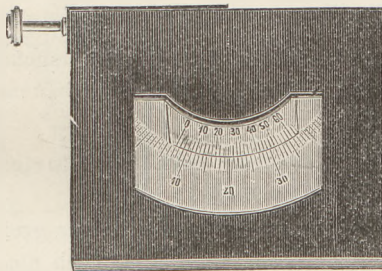


Fig. 3.

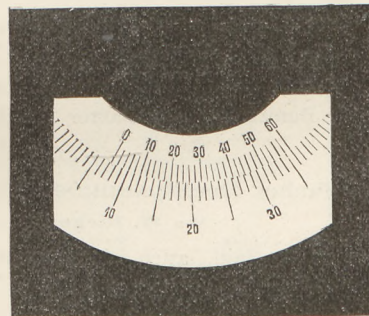


Fig. 4.

genau ablesen. Das Ganze befindet sich in einem rechteckförmigen Holzrahmen, der sich an Stelle des Halters für Glasphotogramme vor dem Kondensator einklemmen läßt. Fig. 3 zeigt den Apparat in  $\frac{1}{4}$  nat. Größe; Figur 4 das Projektionsbild. Das Modell des Kreisnonius sowohl wie dasjenige des Linearnonius — und zwar des vorlaufenden wie des nachlaufenden — haben mir E. Leybold's Nachfolger in Cöln in solider und exakter Ausführung geliefert. —

### Einfacher Plattenerreger für die Hertz-Lecherschen Versuche.

Von W. Biegon von Czudnochowski in Berlin.

Die nachstehend beschriebene Vorrichtung gestattet die Versuche mit elektrischen Wellen in Drähten in einfacher und hequemer Weise anzustellen und ist 1. recht handlich, 2. mit einfachen Mitteln, daher billig herstellbar, und besitzt 3. für sich allein ziemliche Standfestigkeit, um besondere Befestigungen entbehrlich zu machen. Die Vorrichtung ist in nebenstehender Figur dargestellt; auf einem rechteckigen Brette *a* ist eine Leiste *b* mittlings befestigt, gegen deren Enden sich die aufrechten quadratischen Platten *cc* lehnen, welche

zur Befestigung mittels Holzschrauben einen mit zwei Löchern versehenen Ansatz  $dd$  besitzen. Der Apparat ist in zwei Größen ausgeführt worden, deren wichtige Abmessungen folgende sind:

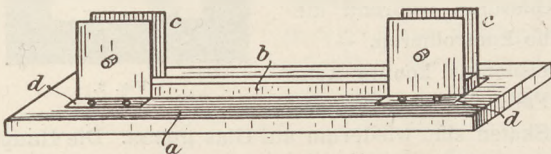
Kleines Modell: Plattengröße ( $c$ )  $100 \times 100$  mm, Plattenabstand 25 mm, Abstand der Plattenpaare 300 mm, Grundbrett ( $a$ )  $600 \times 120 \times 20$  mm, Leiste ( $b$ )  $500 \times 25 \times 20$  mm, Ansatz ( $d$ ) 10 mm breit.

Großes Modell: Plattengröße  $250 \times 250$  mm, Plattenabstand 50 mm, Abstand der Plattenpaare 500 mm.

Das letztere ist für Unterrichtsversuche zu umfangreich, seine Platten sind aus Weißblech, während die des kleinen Modelles aus 1,5 mm starkem, schwarz gebranntem Messingblech bestehen. Nachstehend seien einige Versuchsergebnisse mit beiden Größen mitgeteilt.

Kleines Modell: Primärfunken, zwischen Kugeln von  $r = 0,5$  cm, 4 mm, Funkeninduktor maximal 45 mm leistend (Spitze — Platte), ganze Länge des Drahtsystems 2600 mm, zwei Brücken bei 630 mm und 1820 mm von den Platten aus, ganze Wellenlänge rund 2400 mm, Schwingungszahl  $\sim 125000000$ , Geißlerröhre bei 2480 mm.

Großes Modell: Primärfunken, wie oben, 3 mm; Induktorium maximal 6 cm leistend; ganze Länge des Drahtsystems 17380 mm, am freien Ende Kondensator, bestehend aus zwei im Abstände von 570 mm einander gegenüberstehenden kreisförmigen Messingscheiben von 200 mm Durchmesser, zwei Brücken bei 0 mm und 16950 mm; ganze Wellenlänge rund 33 m, Schwingungszahl rund 9090909, Geißlerröhre bei 17070 mm.



Zur Betätigung des kleinen Modelles genügt schon ein Induktor von nur  $22 \div 25$  mm Schlagweite. Bei einem anderen Versuche mit demselben Modell wurde nur eine Brücke verwendet und es ergaben sich hierbei Knotenpunkte bei 365, 505, 645 und 785 mm entsprechend einer Wellenlänge von 280 mm (Schwingungszahl rund 1071000000) bei einer Genauigkeit der Brückeneinstellung von  $\pm 1$  cm.

Der Apparat gestattet die ganze Anordnung für die Hertz-Lecherschen Versuche übersichtlich unter Benutzung abgepaßter Drähte auf dem Experimentiertisch aufzubauen.

### Ein einfaches Hochspannungsvoltmeter für Versuche mit Induktorien.

Von W. Biegon von Czudnochowski in Berlin.

Während die Zahl, auch einfacherer, Spannungsmesserkonstruktionen für große Empfindlichkeit verhältnismäßig groß ist, sind solche für sehr hohe Spannungen noch nicht sehr verbreitet, die vorhandenen außerdem immer noch recht teuer und, was diejenigen mit Spiegelablesung anbetrifft, auch recht umständlich in der Handhabung. Das alte Henleysche sog. „Quadranten“-Elektrometer ist nur ein sehr unvollkommener Ersatz und nicht gut eichbar, es beweist aber, wie schon früh sich das Bedürfnis nach derartigen Instrumenten gezeigt hat, und ebenso ist beim Arbeiten mit Induktorien das Vorhandensein einer Vorrichtung erwünscht, welche in bequemer Weise einen Schluß auf die vorhandene Spannung zu machen gestattet. Das nachstehend beschriebene „Voltmeter“ ist im Grunde dem Braunschen Instrument sehr ähnlich, zeichnet sich aber durch seine leichte Herstellbarkeit aus und soll für höhere Spannungen dienen als dieses — nach M. Kohl, Preisliste 12, T. 2 bis 10000 Volt lieferbare.

Von einer Blechbüchse  $a$  (Fig. 1) von rechteckigem Querschnitt (für Zwecke der Selbsterstellung genügt z. B. eine solche von engl. Senf ohne Firmenpressung) etwa  $50 \times 70 \times 100$  mm, wird auf der einen der größeren Seitenwände, beginnend vom oberen Rande, ein Stück,  $60 \times 45$  mm, herausgeschnitten und der Ausschnitt mit einer bis zum Boden gehenden Spiegelglasplatte  $b$  (z. B. einer von der Schicht befreiten fotogr. Trockenplatte) verschlossen. In den Deckel  $c$  wird zentrisch ein nur 5 mm hohes Stück Messingrohr  $d$  von  $20 \div 25$  mm Innendurchmesser eingelötet, und zwar so, daß der größere

Teil nach oben herausragt; diese Messinghülse dient zur Aufnahme eines gut passenden Hartgummistopfens *e* mit vorspringendem Rande *f*, in den ein dickwandiges Hartgummirohr *g* von 80 mm Länge eingesetzt ist. Letzteres umschließt seinerseits einen 4 mm dicken, oben mit Kugelklemme *h* versehenen Messingdraht *i*, dessen unten aus dem Rohr hervorragendes Ende *k* von 30 mm Länge zweiseitig abgeflacht ist. Unmittelbar unter dem Ende des Hartgummirohres sind an feinem Draht möglichst leicht beweglich die „Blättchen“ *l*, geschnitten aus  $\infty 0,1$  mm dickem Kupferblech, angebracht. An der Rückwand wird ein zweckmäßig ebenfalls die ganze Wand bedeckender Spiegel *m* befestigt, auf den eine geeignete Kreisskala *n* aufgeklebt ist. — [Für kleinere Induktorien kann man die Isolierung auch in der Weise ausführen, daß man in der Deckelmitte mehrere sternförmige Schnitte einstemmt, die entstehenden Zacken sauber rechtwinklig nach oben umbiegt und die Spitzen bis auf einen kleinen Rest fortschneidet, dann einen guten, sorgsam in Paraffin gekochten Korken fest einpaßt und statt des Rohres *g* einen geeigneten starkwandigen schwarzen Gummischlauch nimmt; ferner genügt es zur Vermeidung einer Parallaxe beim Ablesen, die Rückwand mit sauberem glatten Stanniol zu überziehen.] — Um die Angaben des Instrumentes auf bekannte Maße zurückzuführen, benutzt man zweckmäßig eine geeignete Tabelle der Funkenpotentiale und schaltet hierzu nach Fig. 2 das Instrument *a* parallel mit einem Funkenmikrometer *b*, dessen Polkugeldurchmesser dem der Tabelle zu Grunde gelegten gleich ist, an eine zweckmäßig nicht zu kleine isoliert aufgestellte Leydener Batterie *c*, die dauernd durch ein Induktorium *d*, unter Einschaltung einer Funkenstrecke Spitze—Platte *e* (und zwar die Platte mit der inneren Belegung verbunden) geladen wird. Die direkte Verbindung von Voltmeter und Funkenmikrometer würde aus verschiedenen Gründen zu ganz abweichenden und falschen Ergebnissen führen, in diesem Falle wäre eine Tabelle, wie oben erwähnt, nicht anwendbar.

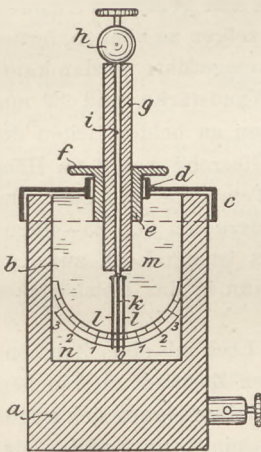


Fig. 1.

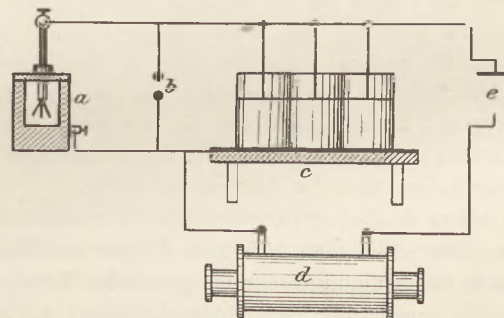


Fig. 2.

Zu beachten ist, daß, wenn für ein Induktorium die Maximalschlagweite zwischen Kugeln, z. B. von  $r = 0,5$  cm, bekannt ist, nicht diese bei Herstellung eines Instrumentes in der angegebenen Weise zu Grunde gelegt werden darf, sondern es muß der kleinste mögliche Abstand der frei einander gegenüberstehenden entgegengesetzt geladenen Teile im Instrument gleich der maximal mit dem betr. Induktor zwischen Spitze und Platte zu erzielenden Funkenlänge sein; das Instrument läßt allerdings eine Abweichung hiervon zu, wenn die Innenwände sämtlich von einer zusammenhängenden Isolierung bedeckt werden, dadurch wird aber die Kapazität desselben wesentlich gesteigert. Besonders ist auf gute, fehlerfreie Beschaffenheit des zu verwendenden Hartgummis zu achten, da schon kleine Fehler, wie Risse, Sprünge, leicht zum Durchschlagen und dann in sehr kurzer Zeit selbst bei kleinen Induktorien zum Verschmoren der Isolation führen; letzteres tritt auch infolge Überschlagens von Funken ein. In der beschriebenen Größe eignet sich das Instrument etwa für Spannungen von  $10 + 50000$  Volt.

## Über die Isolierfähigkeit verschiedener Körper.

Von Prof. Adami.

In manchen physikalischen Sammlungen findet man Goldblatt- oder Aluminiumblatt-  
elektroskope, welche zwar beim Laden eine Divergenz der Goldblatt- oder Aluminiumblatt-  
streifen zeigen, bei welchen jedoch die Divergenz nicht anhält, sondern die Gold- oder  
Aluminiumblättchen sofort wieder zusammenfallen. Alle Bemühungen, ein solches Elektroskop  
wieder in brauchbaren Zustand zu versetzen, scheitern, weil das Material, durch welches der  
Träger für die Gold- oder Aluminiumblättchen geführt ist, seine Isolierfähigkeit vollständig  
verloren hat. Man wird daher gut tun, ein solches Elektroskop zurückzustellen und sich ein  
neues anzufertigen, da, wie gleich gezeigt werden soll, die Anfertigung eines neuen, voll-  
ständig brauchbaren Elektroskops weniger Zeit in Anspruch nimmt als die Wiederin-  
standsetzung des alten.

Es gibt Zigarrenkistchen von 120 mm Höhe, 96 mm Breite und 50 mm Tiefe. An einem  
solchen Kistchen entfernt man den Deckel und den Boden, sodaß man einen Rahmen von  
beigezeichneter Form erhält (Fig. 1). Bei  $AB$  schneidet man mit einem Messer in der  
Richtung  $AB$  auf beiden Seiten des oberen Brettchens ein Stäbchen von  
5 mm Dicke ab, feilt bei  $AC$  und  $BD$  sowohl auf der Vorder- als auf der  
Rückseite Nuten von 2 mm Breite und ebensolcher Tiefe ein, in welche die  
gewöhnlichen photographischen Platten (Format  $\frac{9}{12}$ ), ohne daß man an ihnen  
etwas zu ändern braucht, genau hineinpasse, und bohrt oben in den Deckel  
ein Loch von 15–20 mm Durchmesser. Überzieht man das Gehäuse außen  
und innen mit Stanniol, so erhält der Apparat noch ein sehr gefälliges Äußeres.

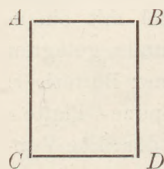


Fig. 1.  
Maßstab:  $\frac{1}{6}$

Um nun die Isolierfähigkeit verschiedener Körper zeigen zu können, fertigt  
man 7 solcher Kästchen an, eine Arbeit, die auch von Schülern leicht ausgeführt werden kann.

Aluminiumrohre von 6 mm äußerem Durchmesser, 0,5 mm Wandstärke und 80 mm  
Länge dienen als Träger für die Aluminiumblattstreifen, die man oben an beiden Seiten des  
Rohres diametral anklebt. Ein Aluminiumrohr steckt man in ein Glasrohr von 3 cm Höhe  
festsetzend ein, ein anderes Aluminiumrohr in ein Zelluloidrohr von 3 cm Höhe und setzt nun  
den Glasfuß ebenso wie den Zelluloidfuß in einen rundgedrehten Holzzapfen von 35–40 mm  
Durchmesser und 30–40 mm Höhe. In der Mitte des Holzzylinders ist ein Loch zur Auf-  
nahme des Fußes eingebohrt. Den Aluminiumblattträger stellt man dann in das Holzkästchen  
mit den Glaswänden, und der Apparat ist fertig.

Die Ladung des Elektroskops erfolgt am besten durch das obere Loch mit einer Zamboni-  
oder Nernst-Säule. Will man geriebene Körper auf ihren elektrischen Zustand untersuchen,  
so muß oben in das Aluminiumrohr ein passendes Metallstück — Aluminium eignet sich wegen  
seines geringen spezifischen Gewichtes ebensogut als Magnalium — eingesetzt werden, das  
ungefähr 40–50 mm über das Loch herausragt und oben eine Kugel oder eine Klemmschraube  
trägt. Setzt man jetzt ein Aluminiumrohr mit den Aluminiumblattstreifen in ein passend ge-  
drehtes Stück Hartgummi, ein anderes ebensolches Aluminiumrohr in Paraffin, wieder ein  
anderes in einen Porzellanisolator, wie dieselben zur Montierung von Doppelschnüren bei  
elektrischen Zimmerleitungen benutzt werden, und in welche das Aluminiumrohr genau  
hineinpaßt, so hat man bereits fünf Körper, die man auf ihre Isolierfähigkeit untersuchen kann.

Man findet, daß, ausgenommen von Paraffin, sämtliche Fußgestelle die  
Elektrizität nicht behalten — ja es gibt sogar Hartgummi- und Glassorten,  
die sich elektrisch fast wie Metalle verhalten, d. h. sie behalten die Elektrizität  
höchstens 10–15 Sekunden. Paraffin hält die Elektrizität ungefähr zwei Stunden, und  
bleibt die Divergenz der Aluminiumblattstreifen längere Zeit in der ursprünglichen Größe.

Will man besser isolierende Elektroskope, so muß man als Fußgestell für das Aluminium-  
rohr Schwefel nehmen, den man in ein Holzrohr eingießt, oder noch besser, man nimmt ein  
passendes Fußgestell aus Bernstein, der auf der Drehbank zylindrisch gedreht und oben  
mit einem Loch versehen wurde. Mit den letzten beiden Fußgestellen kann man die ursprüng-  
liche Divergenz der Aluminiumblattstreifen über 24 Stunden aufrecht erhalten.

Um zu zeigen, daß tatsächlich das schlecht isolierende Fußgestell bei Glas, Zelluloid, Hartgummi und Porzellan die Ursache des baldigen Zusammenfallens der Aluminiumstreifen ist, legt man unter die Holzfüße und den Porzellanisolator eine dünne Schwefel- oder Bernstein-scheibe, und man wird sofort eine viel längere Dauer der Divergenz beobachten können.

Die bisher beschriebenen Elektroskope haben den Nachteil, daß das Fußgestell für das Aufhängungsrohr der Aluminiumstreifen nicht stabil ist, sodaß, wenn man die Apparate unvorsichtig aus dem Schranke herausnimmt, das Fußgestell samt den Aluminiumstreifen an die Glaswände des Gehäuses anschlägt, ohne daß jedoch letztere dadurch beschädigt werden können. Man wird dann die eine Glaswand etwas in die Höhe ziehen und durch Drehen das Fußgestell wieder in die richtige Lage bringen.

Hat man aber sich zwei Elektroskope mit Schwefel- oder Bernsteinfußgestell konstruiert, und wünscht man das Fußgestell stabil zu erhalten, so erreicht man dies leicht dadurch, daß man in den Fußboden des Zigarrenkästchens, an welchem man unten zu diesem Zweck noch den Deckel der Zigarrenkiste angeschraubt oder angeleimt hat, ein Loch von 12 mm Durchmesser bohrt und den Bernstein- oder Schwefelfuß mit einem Zapfen andreht, welcher in dem Loch mit Reibung sitzt. Figur 2 stellt das Elektroskop mit Bernsteinfußgestell dar.

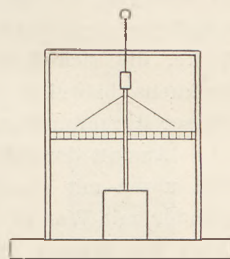
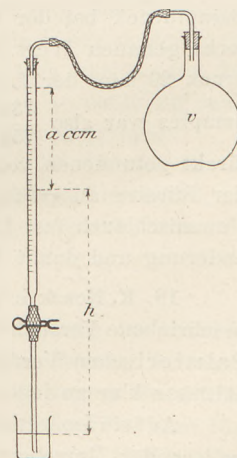


Fig. 2.

Ist man im Besitze zweier Elektroskope, jedes mit Schwefel- oder jedes mit Bernsteinfußgestell, oder besitzt man ein Elektroskop mit Schwefel- und eines mit Bernsteinfußgestell, und ladet man das eine von ihnen mit dem einen Pol einer Zamboni- oder Nernst-Säule mit positiver, das andere Elektroskop durch den anderen Pol der Säule mit negativer Elektrizität, so läßt sich mit Hilfe dieser beiden Elektroskope, ohne Anwendung eines Kondensators, sogar zeigen, daß eine isoliert angefaßte Zinkplatte positiv und eine isoliert angefaßte Kupferplatte negativ elektrisch wird, wenn sie vorher zur gegenseitigen Berührung gebracht wurden. Dieses zeigt sich bei der Zinkplatte dadurch, daß das mit der positiven Elektrizität geladene Elektroskop eine Vergrößerung der Divergenz aufweist, während das mit der negativen Elektrizität geladene Elektroskop eine Vergrößerung der Divergenz bei Annäherung der Kupferplatte erkennen läßt. Dagegen gelingt dieser Nachweis nicht mit einer Eisen- und Kupferplatte, weil diese beiden Elemente in der Spannungsreihe unmittelbar aufeinander folgen und ihre Potentialdifferenz daher zu gering ist.

## Versuche mit einfachen Mitteln.

17. H. Rebenstorf in Dresden: **Bestimmung des Rauminhaltes von Gefäßen.** Der Durch-nahme des Mariotteschen Gesetzes kann die Anwendung zu volumetrischen Messungen an-geschlossen und mit einfachen Mitteln wie folgt ausgeführt werden. Eine Bürette wird senkrecht am Universalstativ befestigt und ihr unteres Ende durch ein mit einem Schlauchstück angesetztes Rohr um etwa 30 cm verlängert (s. Fig.). An dem Schlauche bringt man einen Quetschhahn oder einen Mohrschen Glasstöpselverschluß an. Das Rohr läßt man in ein mit Wasser gefülltes Becherglas hinein-reichen. Die obere Bürettenöffnung versieht man mit einem Kork, durch den ein mit einem längeren Gummischlauch versehenes recht-winkliges Röhrchen führt. Durch Saugen füllt man die Bürette und verbindet den Schlauch mit dem Luftraume, dessen Größe zu be-stimmen ist. Nach dem Ablesen des Bürettenstandes lüftet man den Quetschhahn so lange, wie das Wasserniveau zu sinken fortfährt. Um nicht das zu messende Luftvolumen durch die Nähe des Kör-pers zu erwärmen, trete man nach jedesmaligem Lüften von dem Apparate fort. Undichtigkeiten zeigen sich an dem unausgesetzten weiteren Sinken des Bürettenstandes. Tritt nach einiger Zeit keine Än-derung mehr ein, so stellt man die der Bürette entflossene Wassermenge  $a$ , sowie die Niveaudifferenz  $h$  zwischen



dem Wasser in Bürette und Becherglas fest. Der gleichzeitig beobachtete Barometerstand multipliziert mit der Dichte des Quecksilbers sei  $b$ . Das Volumen des Gefäßes, vermehrt um den eventuell gesondert zu bestimmenden Inhalt des Schlauches nebst dem luftgefüllten Bürettenteil, sei  $v$ . Nach dem Mariotteschen Gesetze ist alsdann:  $vb = (v + a) \cdot (b - h)$ , woraus folgt:  $v = a \left( \frac{b}{h} - 1 \right)$ .

Während man zur Ausmessung besonders großer Gefäße das unten an die Bürette gesetzte Rohr fortläßt, wobei dann der Quetschhahn an den oberen Schlauch zu setzen ist, tut man gut, ein um so längeres Rohr an die dann über den Tischrand ragende Bürette anzufügen, je kleiner das auszumessende Volumen ist. Es möge noch erwähnt werden, daß Korke, die sich früher völlig dicht gezeigt hatten, bei erneutem Gebrauche infolge Austrocknens bisweilen Spuren von Luft durchlassen, wenn man sie nicht vorher sich mit Wasser durchfeuchten läßt.

Anstatt der Bürette läßt sich auch eine größere, z. B. 50 ccm-Pipette benutzen. Diese wird unten mit einem etwa 60 cm langen Schlauch verbunden, der in einen weiten Standzylinder mit Wasser gesenkt wird (für ein zu bestimmendes Volumen von etwa 1 l). Man saugt das Wasser bis etwa 1 cm über der Pipettenmarke empor und schließt den oben angesetzten Schlauch durch einen Quetschhahn ab. Während man im übrigen wie oben verfährt, gibt man beim Ausfließen des Wassers aus der Pipette dieser durch Verschieben in der Stativklemme eine solche Stellung, daß die Bewegung des Wassers aufhört, wenn das Niveau im Ausflußrohr der Pipette etwa 1 cm über deren Spitzenverengung steht, die man zwar nicht sehen, aber in dem Schlauche fühlen kann. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß man in ähnlicher Weise auch einen Druck benutzen kann, der größer als der Luftdruck ist, indem man den unteren Teil der Meßröhre durch einen längeren Schlauch mit einem mit Wasser zu füllenden Trichter verbindet, den man auf ein höheres Niveau anhebt. Eine praktische Anwendung kann das Verfahren in der zuerst beschriebenen Form unter Umständen im Laboratorium finden zur Bestimmung des jeweiligen Inhalts von Gasometern.

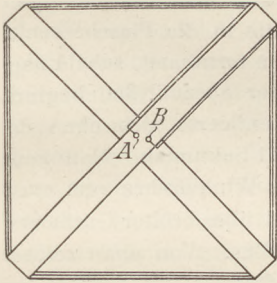
Eine Flasche, deren Volumen unter Hinzurechnung des anschließenden Schlauches durch direkte Ausmessung gleich 1280 ccm gefunden wurde, ergab unter Benutzung des beschriebenen Verfahrens bei 4 Versuchen die Volumwerte 1316, 1333, 1329, 1325 ccm (Mittelwert 1326 ccm). Während die erlangte Genauigkeit von etwa  $3\frac{1}{2}\%$  für die Unterstufe genügen dürfte, kann man bei gründlicherer Behandlung des Verfahrens auf die Fehlerquelle aufmerksam machen, die deswegen den Wert zu groß finden läßt, weil eine der Zunahme des Volumens entsprechende Dampfmenge entsteht. Setzt man anstatt der Volumzunahme, die man in der Bürette mißt, diese um  $\frac{d}{b}$  ihres Wertes vermindert ( $d$  ist der Dampfdruck bei der vorhandenen Temperatur) in die Gleichung ein, so erhält man einen recht genauen Wert des Volumens. Bei den erwähnten 4 Versuchen betrug der Dampfdruck 20 mm, der Luftdruck 752 mm; die Volumzunahme unter Abrechnung des Wasserdampfes war also  $\frac{732}{752}$  ihres gemessenen Wertes und ergab im Mittel 1291 ccm anstatt des direkt gefundenen von 1280 ccm. Zwei Messungen, die mit konzentrierter Schwefelsäure in der Bürette ausgeführt wurden, ergaben 1285 und 1299 ccm. Hierbei war der benutzte Gummischlauch fast 1 m lang, sodaß der außen größere Druck wohl die gemessene Volumänderung und damit das Volumen selbst ein wenig zu groß finden ließ.

**18. K. Noack in Gießen: Versuch über Potentialänderung mit der Höhe.** Der nachstehend beschriebene Versuch bietet nichts Neues, er ist vielmehr nur eine Verpflanzung des Exner-Palmierischen Verfahrens ins Schulzimmer und kann dazu dienen, die einschlägigen Verhältnisse klar zu legen.

Auf ein Isoliertischchen wird ein großer Blechwürfel gesetzt (s. Fig.), auf diesen kommt auf isolierender Unterlage (Glimmerscheibchen mit Siegellackfüßchen) ein „Probierelektroskop“ mit Fahne von rotem Seidenpapier zu stehen; als Gehäuse dient ein Zylinder von grobmaschigem Drahtnetz, der direkt auf dem Blechwürfel steht. Wird der Würfel geladen, so zeigt

das improvisierte „Elektrometer mit geerdetem Gehäuse“ keinen Ausschlag (auch nicht, nachdem vorübergehend eine leitende Verbindung zwischen Innerem und Mantel hergestellt war). Ein starker Ausschlag tritt aber ein, wenn man mit langer „Aufangstange“ (Draht an Siegellackstange) das Innere des Elektrometers mit einem Außenpunkt verbindet; je länger die „Auffangstange“, um so stärker der Ausschlag.

19. Dr. A. Schmidt in Berlin-Friedenau: **Das magnetische Feld.** Um das magnetische Feld zu demonstrieren, das um den Leiter eines galvanischen Stromes herum entsteht, kann man den Leiter durch ein Blatt Papier stecken, das mit Eisenfeile bestreut wird. Hat man aber nicht einen Strom von so großer Stärke zur Verfügung, daß die Wirkung klar hervortritt, so tut der hier schematisch abgebildete Rahmen gute Dienste. Ein Holzkreuz (s. Fig.), dessen beide Arme je ca. 0,35 m lang sind, ist mit besponnenem Draht in etwa 20 Lagen bewickelt, so daß der Draht die Seiten eines Quadrates bildet, das Holzkreuz die Diagonalen. Die Drahtenden sind zu den Klemmen *A* und *B* geführt. Schiebt man ein Papierblatt über den Draht an der Mitte einer Quadratseite, so ist

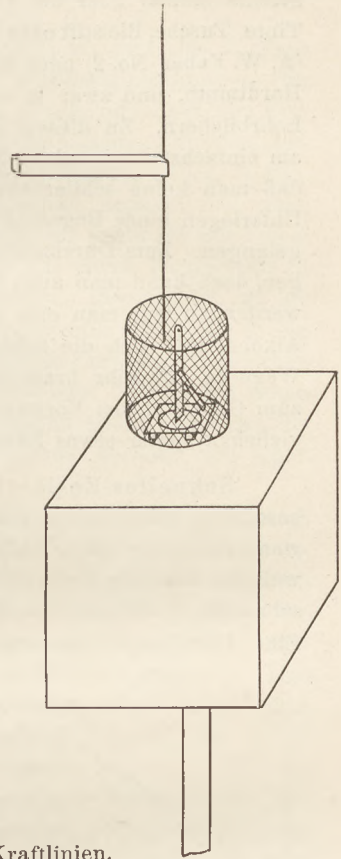


man von den andern Quadratseiten weit genug entfernt, um keine Spulenzwirkung, sondern die eines geradlinigen Leiters zu haben. Die Fläche, auf der bei einer Stromstärke von ca. 10 Ampère die Kraftlinien sehr deutlich sind, beträgt weit über 1 qdm. Man kann, wenn man diesen Apparat benutzt, um das magnetische Feld um einen Leiter zu zeigen, etwa folgende Versuche anstellen:

1. Ein über den Draht geschobenes Papierblatt zeigt die Kraftlinien.
2. Eine Magnethadel, die neben den Leiter gehalten wird, zeigt die Richtung der Kraftlinien (Ampèresche Regel, Daumenregel).
3. Eine sehr lange Magnethadel wird senkrecht mit dem einen Pol so hoch aufgehängt, daß der andere Pol neben der Mitte einer Quadratseite hängt. Beim Stromschluß fliegt dieser Pol um den Leiter herum. Die Regel lautet: Blickt man in der Richtung des positiven Stromes, so sieht man das Nordende der Nadel in der Richtung des Uhrzeigers um den Leiter sich bewegen. Oder: Hält man den Daumen der linken Hand senkrecht zu dem Leiter in der Richtung, in der die Stärke des magnetischen Feldes wächst, und den senkrecht dazu gespreizten dritten Finger in der Richtung des Stromes, so zeigt der senkrecht zu beiden gespreizte Zeigefinger in der Richtung der magnetischen Kraftlinien.
4. Die Verbindung dieser Dreifingerregel für die linke Hand mit der anderen für die rechte, bei der die Richtung des induzierten Stromes gefunden wird, gibt dann ein Mittel, um bei vielen Fällen von Induktion und Selbstinduktion die Stromwirkungen zu erkennen.

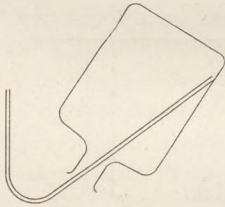
### Für die Praxis.

Billige Projektionsplatten. Von Dr. Janson, Köln. In Beziehung auf die Mitteilung in No. 2 dieses Jahrgangs (Seite 94) möchte ich noch auf ein sehr einfaches Verfahren hinweisen, das schon in Liesegangs Projektionskunst (Düsseldorf 1883) angegeben wurde. Man stellt sich eine Lösung von 10 Teilen Dammarharz in 150 Teilen Benzol her und fügt 6 Tropfen Kautschuklösung hinzu. Die Hauptschwierigkeit besteht nun darin, die Platte mit dieser Lösung gleichmäßig zu überziehen. Zu diesem Zwecke balanciert man sie auf den Fingerspitzen der linken Hand, taucht einen Glasstab in die Flüssigkeit und legt ihn parallel



der kürzeren Seite der Platte so an deren Rand, daß der daran hangende Tropfen sich gleichmäßig zwischen Glasstab und Platte verteilt. Dann führt man ersteren in ruhigem Striche einmal über die Platte, die rasch trocknet und in 1—2 Minuten zum Zeichnen mit Tinte, Tusche, Bleistift oder Kreide gebrauchsfähig ist. Ich benutze einen mittelweichen Bleistift (A. W. Faber No. 2) oder noch lieber den Kreidestift „The Negro Pencil“ No. 2 von L. & C. Hardtmuth, und zwar in erster Linie zum Durchpausen von Abbildungen aus zoologischen Lehrbüchern. Zu diesem Zwecke müssen die Platten möglichst dünn sein; man bezieht sie am einfachsten von einer Fabrik photographischer Trockenplatten, muß aber darauf achten, daß man keine schlierenhaltige Ausschußware erhält. Beim Durchpausen hat man durch Unterlegen eines Bogens Papier darauf zu achten, daß keine Fingerabdrücke auf die Platte gelangen. Zum Durchzeichnen eignen sich besonders mehr schematisch gehaltene Abbildungen, doch kann man auch bald sehr hübsch schattieren lernen. Sollen die Platten aufgehoben werden, so legt man eine zweite auf das Bild und verklebt beide an den Rändern. Durch Alkohol läßt sich die Schicht im Augenblick entfernen. — Ich habe auf diesem einfachen Wege ca. 100 sehr brauchbare Projektionsplatten für das Kölner Museum für Naturkunde zum Gebrauch bei Vorträgen hergestellt. Über die Kolorierung der so gewonnenen Bilder vielleicht später etwas Näheres.

Schnelles Entleeren enghalsiger Flaschen. Von H. Rebenstoff in Dresden. Das besonders beim Spülen manchmal recht zeitraubende Ausgießen kann man beschleunigen, wenn man eine spitzwinklig gebogene Glasröhre von etwa 7 mm Weite in die Flasche senkt, während man die äußere Öffnung mit dem Daumen zuhält und diesen fortnimmt, sobald nach schnellem Umkehren der Flasche mit der andern Hand das Wasser auszufießen beginnt. Eine Literflasche mit unten  $1\frac{1}{2}$ , oben 2 cm weiter Halsöffnung entleerte sich ohne das Winkelrohr in 30, mit dessen Benutzung in 11 Sekunden. Man kann sich in der Nähe des Ausgusses einige solcher Winkelrohre zum eventuellen Gebrauche aufhängen. Die Biegung sei über breiter Gasflamme hergestellt, also von größerem Krümmungsradius. Von einer solchen Röhre hat der Verfasser beim Entleeren des Ballons mit destilliertem Wasser rechten Nutzen, weil dies nicht mehr ruckweise und oft über den untergestellten Trichter hinauschießend, sondern gleichmäßig schnell ausfließt. Bei der nötigen Vorsicht konnte auch das Eingießen der Salpetersäure in Tonzellen sehr wesentlich beschleunigt werden.



Zur Selbstentzündung des gelösten Phosphors. Von O. Ohmann. Um die Selbstentzündlichkeit des feinzerteilten Phosphors zu demonstrieren, pflegt man gewöhnlich eine Lösung gelben Phosphors in Schwefelkohlenstoff auf Fließpapier zu gießen, woselbst nach dem Verdunsten des Lösungsmittels alsbald alles in Flammen aufgeht. Ein Übelstand bei diesem Versuch ist die außerordentlich starke Rauchentwicklung, zum großen Teil verursacht durch das Abbrennen des Papiers. Auch ist der Versuch in Bezug auf das, was er eigentlich zeigen soll, die Selbstentzündung allein des Phosphors, nicht ganz einwandfrei, da diese Selbstentzündung, wenigstens hinsichtlich des Zeitpunktes ihres Eintretens, sicherlich mit beeinflußt wird durch die Gegenwart des verbrennlichen Papiers. Außerdem bekommt man von der eigenartigen Flamme des abbrennenden feinverteilten Phosphors infolge der Rauchwolken und der Papierflammen überhaupt nichts zu sehen. Reinlicher und einwandfrei verläuft dagegen der Versuch, wenn man die Phosphorlösung statt auf eine verbrennliche Substanz auf ausgeglühtes Asbestpapier (auf Drahtnetz und Dreifuß befindlich) ausgießt. Auf die Notwendigkeit des Ausglühens der Asbestpräparate für chemische Versuche wurde bereits früher in dieser Zeitschrift (X 169) von mir hingewiesen. Beiläufig sei bemerkt, daß gerade das Unterlassen desselben zu dem eigentümlichen Fiasco führte, das die Asbesttechnik bei dem Schicksal des Walderseeschen Schutzhauses in China erlebte. Nach dem Verdunsten des Schwefelkohlenstoffes tritt die unvermittelte Selbstentzündung des Phosphors bald ein, und was man beobachtet, ist das Abbrennen des feinzerteilten Elementes allein.



## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Apparate zur Verflüssigung von Luft und Wasserstoff.** Von R. OLSZEWSKI (*Ann. d. Physik* 10, 769, 12, 196; 1903). Die Grundlage der Apparate bildet der Verflüssigungsapparat von Hampson, dem der Verf. für den Gebrauch in Laboratorien vor dem Lindeschen den Vorzug gibt, da er sich durch einfacheren Bau, sowie durch schnelles und sicheres Funktionieren auszeichnet. Während bei dem Hampsonschen Apparat die Verflüssigung schon 10 Min. nach Beginn der Expansion anfängt, beginnt sie beim Lindeschen Apparat erst nach 2–3 Stunden. Der Verf. benutzte zwei Hampsonsche Regeneratoren, sowie ein mit einem Kohlensäure-Äthergemisch gefülltes Kühlgefäß. Die Luft gelangt aus einem Kompressor in den ersten Regenerator, von da in den Kühler, dann in den zweiten Regenerator, wo sie einen Druck von 200 Atm. besitzt. Durch Öffnung eines Expansivventils strömt sie in ein Blechgefäß und wird hier durch Expansion abgekühlt; die abgekühlte Luft streicht zwischen den Windungen beider Regeneratoren wieder rückwärts zum Kompressor. Nach 5 Min. schon beginnt sie sich in dem Blechgefäß zu verflüssigen. Ohne Kühlgefäß erhält man etwa die gleiche Menge flüssiger Luft wie mit dem einfachen Hampsonschen Apparat, mit Kühlgefäß mindestens die doppelte Menge.

Zur Demonstration bei Vorlesungen eignet sich eine außerordentlich einfache Anordnung. Ein Hampsonscher Regenerator wird mit Flanell umwickelt in ein zylindrisches Vakuumgefäß hineingeschoben, dessen unteres Ende nicht versilbert ist. Aus einer Stahlflasche tritt Luft von 200 Atm. Druck in die Röhren des Regenerators und aus diesen durch Drehen des Expansionsventils unter 90 Atm. in den unteren Raum des Vakuumgefäßes; die Luft entweicht zwischen den Windungen des Regenerators hindurch direkt in die Atmosphäre. Man kann so in 5 Min. 10–20 ccm flüssiger Luft erhalten, bei Anwendung von 2 Stahlflaschen 100 ccm in 10 Min. Durch ein luftdicht schließendes Rohr kann die flüssige Luft in ein anderes Vakuumgefäß übergeleitet und darin weiter verwendet werden.

Zur Verflüssigung von Wasserstoff haben Dewar und Travers Maschinen hergestellt, bei denen die niedrige Temperatur von  $-200$  bis  $-205^{\circ}$  durch Dampfdruckerniedrigung flüssiger Luft erzeugt wurde. Wie OLSZEWSKI fand, genügt hierzu bereits flüssige Luft unter gewöhnlichem Druck, sodaß der Gebrauch der Luftpumpe unnötig wird. Bei seinem Apparat sind drei Hampsonsche Regeneratoren angewandt worden, deren einer zum Zurückhalten der Kälte der zur Abkühlung des Wasserstoffs dienenden flüssigen Luft, der andere zur Ausnützung der Kälte des expandierten Wasserstoffs dient, während in dem Regenerator III der Wasserstoff verflüssigt wird. Dieser dritte Regenerator befindet sich ähnlich wie bei dem vorigen Apparat innerhalb eines zylindrischen Vakuumgefäßes; über ihm in demselben Gefäß liegt das von flüssiger Luft umspülte Schlangenrohr des Kühlers. Die hier entstehende kalte gasförmige Luft gelangt durch den außerhalb liegenden Regenerator I ins Freie; die in dem Kühler befindliche flüssige Luft fließt durch ein unteres Ventil zwischen die Windungen des Regenerators III und gelangt aus diesem durch ein Seitenrohr in den Regenerator II und von hier ins Freie. Der in Stahlflaschen komprimierte Wasserstoff wird zuerst durch alle Regeneratoren hindurchgeleitet, um alle Luft zu entfernen. Dann wird der Kompressor in den Gang gesetzt, und der Wasserstoff tritt durch eine sich gabelnde Röhre zum größeren Teil in den Regenerator I, zum kleineren Teil in den Regenerator II; beide Wasserstoffströme vereinigen sich dann wieder und durchlaufen nun die Kühlschlange und die Röhren des Regenerators III, an deren unterem Ende nach Öffnung des Ventils die Expansion erfolgt. Der expandierte Wasserstoff wird zwischen den Windungen der Regeneratoren III und I zum Kompressor zurück geleitet. Bald nach der Expansion bildet sich in dem unteren Teil des Vakuumgefäßes ein Niederschlag von fester Luft, die den Wasserstoff verunreinigt, wenige Minuten später beginnt der Wasserstoff sich zu verflüssigen und kann durch ein Hahnrohr in ein anderes Vakuumgefäß übergeleitet werden. Der Wasserstoff darf nicht

durch zuviel Sauerstoff (0,2—0,5 %) verunreinigt sein, da sonst Verstopfung des Expansionsventils oder auch Explosionen im Zylinder des Kompressors eintreten können. Zum Verflüssigen von 200—300 ccm Wasserstoff genügen ca. 3 Liter flüssige Luft.

Eine Verbesserung des eben beschriebenen Apparats fand OLSZEWSKI darin, daß er die beiden Regeneratoren, sowie den zur Aufnahme der flüssigen Luft dienenden Kühler in demselben Vakuumgefäße unterbrachte. Dadurch wurde eine bessere Wärmeisolation aller Teile erreicht, sodaß die Menge der zur Abkühlung dienenden flüssigen Luft erheblich reduziert werden konnte. Da Wolle zur Isolierung nicht mehr nötig war, konnten die Dimensionen des Apparates beträchtlich verkleinert werden. — Ein auf ähnlichen Prinzipien beruhender Apparat zur Verflüssigung des Wasserstoffs wurde von TRAVERS konstruiert und während des Kongresses für angewandte Chemie in der technischen Hochschule zu Berlin im Betrieb vorgeführt.

*Schk.*

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Die Blondlotschen n-Strahlen**, über die in d. Ztschr. XVI, 226 berichtet wurde, sind von dem Entdecker nicht nur in den meisten künstlichen Lichtquellen, sondern auch im Sonnenlicht aufgefunden worden. (*C. R. CXXXVI, 1421, CXXXVII, 166; 1903.*) Die Strahlen besitzen die Eigenschaft, eine vorhandene Phosphoreszenz zu verstärken. BLONDLOT brachte nun eine phosphoreszierende Substanz, z. B. Schwefelcalcium, das vorher einer schwachen Insolation ausgesetzt war, in etwa 1 m Entfernung von den eichenen Läden eines vollständig verdunkelten Zimmers, während Sonnenstrahlen auf die von jenen Läden geschlossenen Fenster fielen. Stellte man jetzt in den Weg der Sonnenstrahlen, die man durch das Holz hindurchgehend anzunehmen hat, eine Bleiplatte oder auch nur die Hand, so sah man, wie sich die Helligkeit der Phosphoreszenz verminderte; bei Wegnahme des Hindernisses trat die frühere Helligkeit wieder ein. Der Versuch gelingt sehr leicht, wenn man ihn mit einer schwachen Phosphoreszenz anstellt; besonders die Umriss des phosphoreszierenden Körpers auf dem dunkeln Hintergrunde treten unter dem Einfluß der n-Strahlen schärfer hervor. Durch Zwischenstellen mehrerer Aluminiumplatten, von Pape, einer 3 cm dicken Eichenplatte wird die Erscheinung nicht verhindert. Dagegen hält eine dünne Wasserschicht die Strahlen gänzlich auf, ebenso vermindern leichte an der Sonne vorüberziehende Wolken erheblich die Wirkung. Die n-Strahlen der Sonne lassen sich durch eine Quarzlinse konzentrieren; man beobachtet mit Hilfe der phosphoreszierenden Substanz mehrere Brennpunkte. Die n-Strahlen werden von einer polierten Glasplatte regelmäßig, von einer matten Glasplatte diffus reflektiert. Ebenso wie die von einer Crookeschen Röhre ausgesandten n-Strahlen wirken die von der Sonne kommenden auf einen kleinen Funken oder auf eine kleine Flamme, indem sie deren Helligkeit vermehren. Eine Wirkung der n-Strahlen auf die photographische Platte konnte dagegen nicht wahrgenommen werden; dadurch zeigen sie sich durchaus verschieden von dem „schwarzen Licht“ Le Bons, das gerade durch diese Wirkung entdeckt wurde.

Weiterhin fand BLONDLOT, daß die n-Strahlen auch glühende feste Körper zum Aufleuchten brachten. Die von einem Auerbrenner ausgesandten n-Strahlen wurden, nachdem sie Holz- und Aluminiumschirme passiert hatten, mit einer Quarzlinse auf einem elektrisch dunkelrot erhitzten Platindraht konzentriert. Brachte man einen Bleischirm zwischen die Strahlen und den Draht, so wurde dieser dunkler, nach Wegnahme des Bleischirms erhielt er die alte Helligkeit. Man beobachtet den Draht am besten durch eine, 3 cm vor ihm befestigte matte Glasplatte. Die Wirkungen schienen nicht augenblicklich zu sein. Eine 0,1 mm dicke Platinplatte, die auf dunkle Rotglut erwärmt war, zeigte unter dem Einfluß der Strahlen die gleichen Helligkeitsänderungen. Man erhielt bei dieser Platte einen hellen Fleck an der oberen Fläche, wenn die Strahlen auch nur auf die untere Fläche gerichtet waren. Diese Beobachtungen an einem glühenden festen Körper ließen vermuten, daß die getroffenen Körper durch die Strahlen erwärmt wurden. Indes konnte BLONDLOT selbst mit einer überaus empfindlichen thermo-elektrischen Säule von Rubens keine Spur einer Er-

wärmung nachweisen, obwohl er dabei sehr intensive n-Strahlen benutzte, die die Phosphoreszenz von Schwefelcalcium sehr stark erhöhten. Auch durch Messung eines elektrischen Widerstandes, der  $\frac{1}{60}^{\circ}$  Temperaturerhöhung bestimmen ließ, konnte keine Wärmewirkung der n-Strahlen nachgewiesen werden. Obwohl Platin im gewöhnlichen Zustande für die Strahlen undurchlässig ist, erwies es sich im glühenden Zustande als durchlässig; dadurch wird die Wirkung der Strahlen durch das rotglühende Platinblech hindurch verständlich.

Die Blondlotschen Strahlen wurden auch von SAGNAC beobachtet (*C. R. CXXXVI, 1435; 1903*). Derselbe glaubt indes aus der Tatsache, daß sich hinter der Quarzlinse vier Brennpunkte der Strahlen zeigen, nicht auf vier verschiedene Strahlenarten schließen zu müssen, indem er nachweist, daß drei dieser Brennpunkte sich durch Beugung der Strahlen an der Linsenöffnung erklären lassen. Hiernach stellten die n-Strahlen nur einen mehr oder weniger breiten Spektralstreifen dar, der einem mittleren Brechungsexponenten 2,942 für Quarz entspricht. Hieraus und aus den Blondlotschen Daten berechnet SAGNAC die Wellenlänge der n-Strahlen  $\lambda = 0,2$  mm, ein Wert, der über dreimal so groß ist wie die Wellenlänge der längsten von Rubens gemessenen ultraroten Strahlen (0,06 mm). *Schk.*

**Becquerelstrahlen.** Ebenso wie Luft und Gase scheinen auch andere Dielektrika unter dem Einflusse der Radiumstrahlen elektrisch leitend zu werden. Von BECQUEREL wurde dieses für das Paraffin festgestellt. (*C. R. CXXXVI 1173; 1903*.) Im Innern eines Glaszylinders von 3 cm Durchmesser, dessen Innenwand mit Kupferblatt belegt war, befand sich koaxial ein Aluminiumzylinder von 6 mm Durchmesser und 0,1 mm Wanddicke; der Raum zwischen beiden Zylindern wurde mit Paraffin gefüllt. Das Kupfer war mit dem einen Pol einer Batterie, das Aluminium mit einem Goldblattelektrometer in Verbindung. In dem Aluminiumzylinder befand sich ein Glasrohr, in das die radioaktive Substanz gebracht wurde. Sobald dieses geschah, zeigte das vorher unbeeinflusste Elektrometer einen kräftigen Strom an, indem die ringförmige Paraffinschicht leitend wurde. Die Radiumstrahlen durchsetzten sogar die Wand der äußeren Röhre und ionisierten die umgebende Luft. Leitete man die beiden Metallzylinder zur Erde ab und isolierte dann den Aluminiumzylinder, so zeigte das Elektrometer eine entgegengesetzte Ladung an, die auf einen Ionisationsrückstand des Paraffins zurückgeführt werden kann. Wird das Radium dann wieder eingeführt, so zeigt sich zuerst ein merklicher Strom, der in wenigen Sekunden sehr schwach wird, sobald der größte Teil der Ladung des Paraffins neutralisiert ist. Ähnliche Resultate wie Becquerel erhielt A. BECKER bei Schellack, Glimmer und Hartgummi. (*Ann. d. Physik 12, 124; 1903*.) Von F. KOHLRAUSCH wurde ferner eine durch Radiumstrahlen veranlaßte Zunahme der Leitfähigkeit destillierten Wassers beobachtet; doch sind die Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen. (*Verhdl. d. D. Phys. Ges. 1903, S. 261*.)

Da die von Radium ausgestrahlten positiven und negativen Teilchen in verschiedenen hohem Grade absorbiert werden, so wird ein Radiumpräparat innerhalb eines Gefäßes, dessen Wände die negativen Teilchen leichter hindurchlassen als die positiven, eine positive Ladung annehmen müssen. Wie groß diese unter Umständen sein kann, beobachtete DORN ganz zufällig, als er ein Glasröhrchen, in das ca. 30 mg starkes Radiumbromid eingeschmolzen war, nach 6 Monaten öffnen wollte. (*Phys. Ztschr. 4, 507*.) Als er mit der Feile die Glasoberfläche auch nur geritzt hatte, wurde das Glas von einem elektrischen Funken mit hörbarem Geräusch durchbrochen. Eine genauere Messung dieser Selbstelektrisierung des Radiums versuchte W. WIEN (a. a. O. S. 624), indem er einen Radiumbromid enthaltenden Platintiegel an einem Glasfaden isoliert innerhalb einer Vakuumröhre aufhing; der Tiegel war mit einem Aluminiumfenster bedeckt und stand durch einen Platindraht mit einem Dolezalekschen Elektrometer in Verbindung. Bei hohem Vakuum zeigte das Elektrometer einen positiven Ausschlag von 300 Skt. Weiterhin bestimmte der Verf. den Strom, der von dem Radium durch einen hohen Widerstand dauernd zur Erde floß, im Mittel zu  $2,91 \cdot 10^{-12}$  Amp. Daraus berechnete er mit Hilfe des Des Coudresschen Wertes von m/e die Masse der in 1 Sekunde ausgestrahlten negativen Teilchen  $= 2,9 \cdot 10^{-20}$  gr, die der positiven  $= 4,6 \cdot 10^{-17}$  gr und die Energie zu  $\frac{1}{2} m \cdot V^2 = 60$  Erg.

Während Runge und Precht mit einer spektralen Methode das Atomgewicht des Radiums zu 258 bestimmten (*d. Ztschr. XVI, 169*) fand MARSHALL WATTS mit einer ähnlichem Methode, die auf der Beziehung zwischen den Quadraten der Atomgewichte einzelner Elemente mit den Schwingungszahlen gewisser Spektrallinien beruht, das Atomgewicht des Radiums im Mittel zu 224,89, eine Zahl, die mit dem von Frau Curie gefundenen Wert 225 sehr gut übereinstimmt (*Phil. Mag. Vol. 6, 64; 1903*). Frau CURIE hält den erstgenannten Forschern gegenüber auch an der von ihr auf sehr zuverlässigen Grundlagen bestimmten Zahl fest, so daß diese jetzt wohl als die wahrscheinlichere angesehen werden muß. (*Phys. Ztschr. 4, 456; 1903*.)

Während Rutherford die Emanation des Radiums sogleich als ein besonderes Gas anzusehen geneigt war, hatte CURIE diese Anschauung zunächst nicht geteilt (*d. Ztschr. XVI, S. 166 u. 169*); bei weiteren Untersuchungen, die CURIE zusammen mit DAUNE anstellte, gelangt er aber auch zu der Rutherfordschen Auffassung. (*C. R. CXXXVI, 1314; 1903*.) Die Strahlung eines die Emanation enthaltenden Glasgefäßes nahm viel rascher ab, wenn das Gefäß mit einem Kapillarrohr verbunden war, indem die Emanation ganz wie ein beigemischtes Gas durch das Rohr in die Luft hinein diffundierte. Die Diffusion folgt auch dem in *d. Ztschr. XVI, 169* beschriebenen Exponentialgesetz und wird durch eine Größe charakterisiert, die dem Querschnitt der Kapillare direkt, ihrer Länge und dem Volumen des Glasgefäßes umgekehrt proportional ist. Den spezifischen Diffusionskoeffizienten fanden die Verff. zu 0,10 (derselbe ist für Diffusion von Kohlensäure in Luft 0,15, von Ätherdampf in Luft 0,09). Auch sonst verhält sich die Radiumemanation ganz wie ein Gas. Wird das die Emanation enthaltende Gefäß mit einem zweiten inaktiven Gefäß verbunden, so verteilt sich die Emanation nach einiger Zeit über beide Gefäße proportional ihrem Volumen. Erwärmt man das eine von zwei aktiven Gefäßen auf 350°, während das andere bei 10° gehalten wird, so nimmt die Aktivität des kalten Gefäßes zu, und die Emanation verteilt sich auf beide Gefäße in demselben Verhältnis, wie es eine Gasmasse unter gleichen Bedingungen tun würde. Bei der Temperatur der flüssigen Luft kondensiert sich die Radiumemanation, wie Rutherford schon früher fand. Wird eine mit dem aktiven Gefäß verbundene Kapillare zugeschmolzen und in flüssige Luft getaucht, so verdichtet sich hier die ganze Emanation. Schmilzt man die Kapillare ab, so bemerkt man, daß das große Gefäß inaktiv, die kleine Kapillare aber sehr aktiv geworden ist. Die in einer solchen Kapillare kondensierte Emanation zeigt, wie CROOKES und DEWAR beobachteten, deutliche Phosphoreszenz.

Den Kondensationspunkt der Thoremation bestimmten RUTHERFORD und SODDY etwas abweichend gegen früher zu  $-120^{\circ}$ , den Kondensationspunkt der Radiumemanation zu  $-150^{\circ}$ ; die Verflüchtigung der ersteren war erst bei  $-155^{\circ}$  zu beobachten, während sie für das Radium auch auf  $-150^{\circ}$  fiel. (*Phil. Mag. 5, 561; 1903*.)

Die Emanationen des Thors und des Radiums entwickeln sich aus den Verbindungen jener Stoffe, wenn sie in Wasser gelöst sind oder wenn sie erwärmt werden. Während die Emanation des Radiums sich aus diesem unmittelbar bildet, entsteht, wie RUTHERFORD und SODDY fanden, aus dem Thor zunächst das stark radioaktive Thor-X und aus diesem die Emanation. (*Phil. Mag. 5, 441, 445; 1903*.) Bei dem Uran bildet sich auch das Uran-X, aber keine Emanation. Das von dem Uran-X befreite Uran sendet noch die leicht absorbierbaren  $\alpha$ -Strahlen aus, die sich durch elektrische Wirkungen auszeichnen, während die durchdringenden, photographisch wirksamen  $\beta$ -Strahlen von dem Uran-X ausgesandt werden. Das zurückgebliebene Uran erlangt aber mit der Zeit die Fähigkeit,  $\beta$ -Strahlen auszusenden, wieder, d. h. es bildet sich spontan neues Uran-X, während das getrennte Uran-X mit der Zeit seine Wirksamkeit verliert. Bestimmt man die Zunahme der ersteren und die Abnahme der letzteren Wirkung, so erhält man fast die gleiche Zeitfunktion. Es geht daraus hervor, daß beim Uran ebenso wie beim Thor die Stärke der  $\beta$ -Strahlung auf einem Gleichgewichtszustande zwischen fortwährender Neubildung und Entaktivierung des Uran-X beruht. Ähnlich verhält sich das Radium in Bezug auf die Emanation. Auch bei ihm bleibt nach Abscheidung der Emanation ein Rückstand, der noch  $\alpha$ -Strahlen aussendet und mit der Zeit

wieder neue Emanation entwickelt, während die Emanation allmählich an Wirksamkeit verliert. Die Radiumemanation sendet anfangs noch  $\alpha$ -Strahlen, dann aber auch  $\beta$ -Strahlen aus.

Daß BECQUEREL bei seinen Uranpräparaten keine  $\alpha$ -Strahlen beobachten konnte (*C. R. CXXXVI, 947*), beruht möglicherweise darauf, daß er bei seinen Versuchen stets die photographische Methode anwandte und die  $\alpha$ -Strahlen ja vorzugsweise elektrisch wirksam sind. Mit jener Methode wurde er aber gerade in den Stand gesetzt, das Vorhandensein sehr durchdringender Strahlen bei dem Polonium festzustellen, während bisher nur die große Absorbierbarkeit der Poloniumstrahlen bekannt war. BECQUEREL hatte eine Mischung von Poloniumnitrat mit Wismut, deren Aktivität schon sehr abgenommen hatte, in einem kleinen Gefäße mit Papierboden auf eine photographische Platte gebracht und fand nach 14 Tagen eine intensive Wirkung auf der Platte durch das schwarze Papier hindurch, das die gewöhnlichen Poloniumstrahlen sonst ganz zurückhält. Ähnliche Ergebnisse hatten Versuche mit Körnern von metallischem Polonium, die durch Papier und Glimmer hindurch auf photographischen Platten Eindrücke hervorbrachten. Es scheint hiernach, als wenn das Polonium ebenso wie die andern radioaktiven Stoffe sich mit der Zeit in ein Produkt mit anderen Strahlungseigenschaften umzuwandeln vermag.

Diese fortgesetzten Umwandlungen bilden aber, wie RUTHERFORD und SODDY ausführen, das charakteristische Merkmal der radioaktiven Körper. (*Phil. Mag. 5, 571; 1903.*) Die Strahlung ist keine Folge, sondern eine Begleiterscheinung jeder dieser Umwandlungen; beide sind einander durchaus proportional. Die Umwandlungsprodukte bestehen nur kurze Zeit; da sich zwischen dem Verschwinden und der Neubildung radioaktiver Materie ein Gleichgewichtszustand herstellt, so kann man von einem Prinzip der Erhaltung der Radioaktivität sprechen. Wie Crookes sind auch RUTHERFORD und SODDY der Ansicht, daß es sich bei der radioaktiven Umwandlung um eine Zersetzung der Atome handelt. Für den nur kurze Zeit bestehenden Atomsplitter schlagen sie den Namen Metabolon vor. Die totale Energie der Strahlung während der Zersetzung eines Gramms Radium berechnen die Verff. auf mindestens  $10^8$  gr-Cal; da zu der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff etwa  $4 \cdot 10^3$  gr-Cal pro Gramm erzeugten Wassers nötig sind, so ist die Energie der radioaktiven Umwandlung 20 000, ja vielleicht 1 Million mal größer als die Energie irgend einer molokularen Umsetzung. Ebenso berechnet sich der zur Ionenbildung dienende Betrag der ausgestrahlten Energie für 1 gr Radium zu 15 000 gr-Cal pro Jahr. Da die radioaktive Energie nur einen Teil der gesamten in einem Atom befindlichen Energie darstellen wird, so muß diese enorm groß sein. Die Erhaltung der Sonnenenergie ist vielleicht, wie es schon Lockyer als möglich hingestellt hatte, auf solche „subatomischen“ Prozesse zurückzuführen.

Die durch radioaktive Prozesse erzeugten Umwandlungsprodukte sind nur in so geringer Menge vorhanden, daß sie durch die gewöhnlichen Methoden der chemischen oder spektralen Analyse nicht mehr erreicht werden. Die radioaktive Analyse übertrifft also die früheren Methoden bei weitem. So ist in der Pechblende mit keiner der älteren Methoden das Radium festzustellen, erst nach fortgesetzter Konzentration beginnt sich das so charakteristische Spektrum zu zeigen. Jetzt muß das Radium zu den best definierten und charakterisierten chemischen Elementen gerechnet werden. Wahrscheinlich wird man auf Grund radioaktiver Wirkungen noch neue Grundstoffe entdecken, die dann bei genügender Konzentration auch mit den älteren Methoden untersucht werden können. Da die radioaktiven Stoffe in fortgesetzter Umwandlung begriffen sind, so müssen aus ihnen im Laufe längerer Zeiträume nicht mehr radioaktive Endprodukte entstehen, die sich in den natürlichen Mineralien, welche radioaktive Stoffe enthalten, in größerer Menge anhäufen dürften. RUTHERFORD und SODDY stellen es als möglich hin, daß ein solches Endprodukt der Radiumumwandlung vielleicht das Helium sei.

Diese Vermutung hat sich nach Mitteilungen von RAMSAY und SODDY als Tatsache erwiesen. (*Nature 68, 354; Phys. Ztschr. 4, 651; 1903.*) Das durch Auflösen von Radiumbromid in Wasser erhaltene Gas wurde von Wasserstoff und Sauerstoff befreit und in einer Vakuum-

röhre aufgefangen. Das Gas zeigte zunächst das Spektrum der Kohlensäure; wurde diese durch flüssige Luft verdichtet, so wurde ihr Spektrum sehr geschwächt, und es erschien die  $D_3$ -Linie des Heliums. Wurde eine Radiumemanation in einer U-Röhre durch flüssige Luft verdichtet und mit frischem Sauerstoff ausgewaschen, so zeigte sich nach Evakuierung und Entfernung der flüssigen Luft in einer mit der U-Röhre verbundenen Vakuumröhre zunächst ein neues, noch nicht genauer geprüftes Spektrum, aber keine Spur von Helium. Nach einem Stehen von 4 Tagen erschien das Heliumspektrum, und zwar außer den bekannten Linien noch drei neue. Es wäre von hohem Interesse, wenn sich diese Beobachtung auch sonst bestätigen sollte; dem Ref. erscheint es vorläufig noch nicht ganz ausgeschlossen, daß der bei der Behandlung der Emanation benutzte Sauerstoff doch vielleicht Spuren von Helium enthalten hat.

Von andern Stoffen, bei denen radioaktive Eigenschaften nachgewiesen sind, steht in erster Linie das radioaktive Blei, das HOFMANN und WÖFLER weiter untersucht haben. (*Berl. Chem. Ber.* XXXVI 1040; 1903.) Auch bei dem Radioblei lassen sich zwei Arten von Strahlen nachweisen, die den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen Rutherfords entsprechen. Bringt man Streifen anderer Metalle (Platin, Gold, Silber, Palladium) in eine Lösung von Radiobleichlorid, so erlangen sie starke  $\alpha$ -Aktivität, die unter Umständen größer sein kann als die des zum Versuche dienenden Radiobleisalzes. Besonders kräftig war die Ladung von Palladium. Dieselbe blieb monatelang haften und konnte nicht durch Abreiben und Waschen, wohl aber durch Ausglühen entfernt werden. Das  $\alpha$ -Agens machte hierbei den Eindruck einer feinen Materie, die im Metall okkludiert ist. Die Bleipräparate werden durch Entziehung dieses Agens vorübergehend geschwächt, erlangen aber bald von selbst ihre frühere Wirksamkeit wieder. Die  $\beta$ -Wirkung läßt sich auch, aber weniger leicht, auf andere Metalle übertragen. Dagegen wird die  $\beta$ -Wirkung durch Kathodenstrahlen erheblich verstärkt, die  $\alpha$ -Wirkung nur, wenn sie vorher durch chemische Umwandlung verringert war. KORN und STRAUSS wollen auch beim Radioblei die eigentliche Strahlung von der Aussendung eines materiellen Stoffes — der der „Emanation“ des Radiums entsprechen würde — unterscheiden. (*Ann. d. Physik* 11, 397; 1903.)

Auch die radioaktiven Eigenschaften der Luft sind von verschiedenen Seiten weiter untersucht worden. Nach Thomson erhält die Luft die Eigenschaft erst, wenn sie durch Wasser geleitet wird (*d. Ztschr.* XV, 363). F. HIMSTEDT konnte bestätigen, daß Luft beim Durchblasen durch Wasser, ebenso beim Durch- und Vorbeistreichen an mit Wasser befeuchteten Flächen eine sehr erhebliche Vermehrung ihrer Leitfähigkeit erlangt, die aber nicht von dem hygrometrischen Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig ist. (*Ann. der Physik* 12, 107; 1903.) Beim Abkühlen der Luft auf sehr tiefe Temperaturen verschwand die Leitfähigkeit, erschien aber wieder beim Erwärmen. Ein elektrisches Feld zerstörte die Leitfähigkeit nicht. Dieselbe verschwand dagegen, wenn die Luft in einem geschlossenen Behälter längere Zeit sich selbst überlassen blieb. HIMSTEDT glaubt die Erscheinungen durch die Annahme erklären zu können, daß Wasser ebenso wie auf Säuren und Salze, so auch auf Gase eine stark ionisierende Wirkung auszuüben vermag, indem einzelne Luftmoleküle sich mit Wasserteilchen verbinden und dadurch leitend werden. Die hohe Leitfähigkeit der Keller- und Bodenluft würde ebenfalls hierauf zurückzuführen sein.

Leider wird diese Möglichkeit von ELSTER und GETTEL bei ihren neuesten Untersuchungen über Radioaktivität der Bodenluft garnicht in Betracht gezogen. Sie entnahmen in leicht transportierbaren Gefäßen Luftproben aus den verschiedensten Gegenden und fanden dabei sehr verschiedene Werte der Aktivität (*Phys. Ztschr.* 4, 522; 1903). Die Natur des Erdbodens, aus der die Luft aspiriert war, erwies sich als sehr wesentlich. Proben des Erdbodens, aus dem die radioaktive Luft stammte, zeigten sich ebenfalls als schwach aktiv; doch gelang es nicht durch chemische Behandlung einen radioaktiven Stoff anzusammeln. Natürliche, aus dem Erdboden stammende Kohlensäure war ebenso wirksam wie Luft. Die Radioaktivität der freien Atmosphäre erwies sich als sehr abhängig von den meteorologischen Elementen. Im allgemeinen nahm sie zu mit Abnahme des Luftdrucks, außer wenn durch starke Nieder-

schläge die Emanation der Luft wieder entzogen wurde. Das von Crookes beschriebene Szintillieren der Sidotblende (*d. Ztschr. XVI, 294*) wurde von den Verff. nicht nur in der Nähe eines Radiumpräparats beobachtet, sondern auch, wenn sie die Blende in dunkler Nacht in eine über den aktiven Erdboden eingegrabene Glocke brachten und hier mehrere Stunden auf 2000 bis 3000 Volt negativ luden. Sie sind daher der Ansicht, daß diese leuchtenden Pünktchen dort entsehen, wo von der die Zinkblende überziehenden radioaktiven Schicht negative Elektronen fortgeschleudert werden, nicht, wie Crookes annahm, dort, wo die Elektronen auf den Schirm auftreffen.

Auch noch anderen Stoffen scheinen radioaktive Eigenschaften zuzukommen. So fand STRUTT, daß verschiedene Metalle, Zinn, Silber, Zink, Blei, Kupfer, Platin, Aluminium radioaktiv wirkten. (*Phil. Mag. Vol. 5. S. 680; 1903.*) Er hatte ein zylindrisches Gefäß, in dessen Achse sich ein mit zwei Goldblättchen versehener Draht befand, der elektrisch geladen wurde; die Divergenz der Goldblättchen zeigte die Stärke der Ladungen. Das Gefäß konnte evakuiert und dann mit Luft gefüllt werden. War es evakuiert, so änderte sich die Ladung nicht; wurde trockene Luft eingelassen, so sank die Ladung. Diese Abnahme der Ladung war aber ganz verschieden, je nachdem die Wand des Gefäßes mit einem der vorhin genannten Stoffe ausgekleidet war. Befand sich auf der Gefäßwand Stanniol, so gingen die Goldblättchen um 3,3 Skt. in der Stunde zusammen, bei chemisch niedergeschlagenem Silber um 1,6 Skt., bei Zink um 1,2, bei Blei um 2,2, bei Platin um 2,0 bis 3,9, bei Aluminium um 1,4 Skt. Diese Endladungswirkung kann zurückgeführt werden auf Becquerelstrahlen, die von der Bekleidung der Gefäßwand ausgehen und auf die Luft ionisierend wirken. Allerdings ist die Radioaktivität der untersuchten Stoffe sehr gering: Bei Uran ist sie 3000, bei Radium 100 000 mal so groß. Die durchdringende Kraft der von Zinnfolie ausgehenden Strahlen schien den  $\alpha$ -Strahlen des Urans gleich zu sein.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Mc. LENNAN und BURTON (*Phil. Mag. Vol. 5. 699, Vol. 6. 343; Phys. Ztschr. 4, 553; 1903.*) Sie benutzten eine ähnliche Versuchsanordnung wie Strutt, bestimmten aber den Strom, der durch leitend gewordene Luft von der Wand eines Metallzylinders nach einem in der Mitte befindlichen Drahte hindurchging. Es ergab sich zunächst, daß die Leitfähigkeit der eingelassenen Luft abnahm, ein Minimum erreichte und dann wieder langsam bis zu einem Grenzwerte zunahm. Diese Variationen der Leitfähigkeit waren um so größer, je höher der Druck war: bei 7 Atmosphären Druck sank der Strom in 4 Stunden von anfangs 30 auf 6,6 Einheiten, erreichte aber nach 44 Stunden wieder 24 Einheiten. Wurden die Gefäßwände mit verschiedenen Metallen ausgekleidet, so zeigten sich stets verschiedene Minima (bei Zink z. B. 4,5, bei Zinn 7,2, bei Blei 10,8) und verschiedene Grenzwerte, während der Gesamtverlauf der Kurven der gleiche blieb. Eine Erklärung dieser Erscheinungen läßt sich darin finden, daß die in den Zylinder eingeführte Luft bereits eine radioaktive Emanation besitzt, die allmählich geringer wird, während von den Gefäßwänden eine neue Emanation ausgeht, durch die die geringer gewordene Leitfähigkeit wieder erhöht wird, bis sich zwischen beiden Emanationswirkungen ein Gleichgewichtszustand einstellt, der den Grenzwert der Leitfähigkeit bedingt.

Bei weiteren Versuchen fanden die Verff., daß, wenn ein Metallzylinder sich isoliert in einem zweiten Zylinder von dem gleichen Material befand, er allmählich eine negative Ladung erhält und nach kurzer Zeit einen Gleichgewichtszustand erreicht. Dieser Grenzwert betrug für Aluminium 178, für Zink 160, für Blei 216, für Zinn 95, für Kupfer 73 Millivolt. Die Grenzwerte dieser Potentiale nahmen mit der Dichte des Gases in dem Zwischenraume der beiden Zylinder etwas zu.

Auch beim Hindurchleiten von Luft durch eine mit erhitzten Kupferpänen gefüllte Röhre oder durch Quecksilber erhielt STRUTT ein stark radioaktives Gas (*Phil. Mag. Vol. 6. 113. Naturw. Rdsch. XVIII 514; 1903.*) Wurde dieselbe Luft immer wieder durch das Quecksilber geleitet, so erreichte ihre Leitfähigkeit das 125-fache des ursprünglichen Wertes. Mit der Zeit erschöpfte sich das Quecksilber, erlangte aber durch längeres Stehen die Fähigkeit, Luft aktiv zu machen, wieder. Die so aktivierte Luft verhielt

sich ganz wie die Emanation des Radiums. Die Aktivität nahm nach einem exponentiellen Gesetz ab. Auf den Wänden des Gefäßes lagerte sich radioaktive Materie ab, die nach Einleitung frischer Luft noch längere Zeit wirksam blieb.

Einen erheblichen Einfluß der Radiumstrahlen auf in der Entwicklung befindliche Organismen konnte G. BOHN nachweisen (*C. R. CXXXVI 1012 u. 1085; 1903*). 80 Kröten- und Froschlarven wurden 3 bis 6 Stunden lang den Strahlen von sehr aktivem Radiumbromid ausgesetzt, das dem Verf. von Curie zur Verfügung gestellt war. Im allgemeinen zeigten Krötenembryonen und Kaulquappen eine Verringerung des Wachstums. Von 38 Froschembryonen starben 9 sogleich nach erfolgter Bestrahlung, die übrigen 29 entwickelten sich zu monströsen Kaulquappen mit wenig ausgebildetem Schwanz und einer Einsehnürung hinter dem Kopf. Bei sehr jungen Embryonen zeigte sich zunächst keine Wirkung der Radiumstrahlen; später aber bildeten sich bei der Umbildung in Kaulquappen dieselben Monstruositäten aus. Die Wirkung kann also eine Zeitlang latent bleiben, um dann in einem bestimmten Entwicklungsstadium doch hervorzutreten. Auch bei sich entwickelnden Seeigelleiern fand der Verf. ganz bestimmte Abänderungen, sobald die Eier den Radiumstrahlen ausgesetzt wurden. Spermatozoen wurden durch die Strahlen rasch geschwächt oder getötet; unbefruchtete Eier zeigten sich dagegen gerade sehr empfänglich für die Befruchtung oder begannen sich sogar parthenogenetisch zu entwickeln. Alle diese Erscheinungen lassen sich auf eine Einwirkung der Strahlen auf das Chromatin des Zellkerns zurückführen.

*Schl.*

**Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen.** Von A. COTTON und H. MOUTON (*C. R. CXXXVI 1657; 1903*.) Die Verff. haben die in dieser Zeitschrift XVI, 104 beschriebene Methode von Siedentopf und Zsigmondy vereinfacht, wenigstens soweit sie zur Untersuchung von Flüssigkeiten dienen kann. Anstatt das Licht von der Seite her auf den kleinen Teilchen zu konzentrieren, erfolgte die Beleuchtung von unten und erhielt durch totale Reflexion die nötige Intensität. Ein Tröpfchen der zu untersuchenden Flüssigkeit wird in der gewöhnlichen Weise zwischen eine Glasplatte und ein Deckgläschen gebracht; die Glasplatte befindet sich auf einem Glasblock von passender Form, zwischen beiden eine Flüssigkeit von gleichem Brechungsindex. Ein Lichtbündel durchdringt den Block und konvergiert in der Flüssigkeit unterhalb des Objektivs; der Einfallswinkel der Strahlen wird so gewählt, daß sie nach Durchdringung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Deckgläschens total in die Flüssigkeit zurückgeworfen werden. Diese wird dadurch intensiv erhellt; man braucht dazu weder Sonnen- noch Bogenlicht, sondern es genügt der Faden einer Nernstlampe. Durch hinreichende Verdünnung der Flüssigkeit wird bewirkt, daß die ultramikroskopischen Teilchen nicht zu zahlreich sind und die Beugungsbilder einander nicht stören können. Der Anblick des mikroskopischen Feldes gleicht bei guter Einstellung aller glänzenden Punkte dem Felde eines auf den Himmel gerichteten astronomischen Fernrohrs. Eine bedeutende Vergrößerung ist nicht nötig, wenn die glänzenden Punkte nur nicht zu zahlreich sind. Bei sehr kleinen Teilchen braucht man, um mehr Licht zu erhalten, ein starkes trockenes Objektiv mit großer numerischer Apertur.

Die Verff. haben eine große Zahl von Flüssigkeiten geprüft und darin in vielen Fällen zahlreiche Teilchen wahrgenommen, die bei gewöhnlicher transparenter Beleuchtung völlig unsichtbar blieben. Die Anordnung erlaubt, beide Beleuchtungsarten rasch mit einander zu vertauschen und dieselbe Stelle des Objekts nach beiden Methoden zu untersuchen. Ein gutes Prüfobjekt bilden Kulturen des Erregers der Rinderpneumonie, die bei gewöhnlicher Betrachtung nur undeutliche Granulationen zeigt, während die andere Methode eine große Zahl glänzender lebhaft bewegter Punkte erkennen läßt. Ebenso wurde eine große Zahl kleiner Teilchen festgestellt in der Emulsion, die zur Farbenphotographie nach Lippenmannscher Methode dient. Zu allen Beobachtungen ist es nötig, die Glasplatten und Deckgläschen sorgfältig auszusuchen und zu reinigen. Die Methode kann auch zum Studium der Oberfläche von Gläsern und Kristallen benutzt werden.

*Schl.*



### 3. Geschichte und Erkenntnislehre.

**Die Astronomie der Babylonier.** Über die neueren Forschungen zur Mathematik und Astronomie der Babylonier berichtet O. DZIOBEK im *Prometheus* No. 716—718, anknüpfend an die Werke von K. F. Ginzler (*die astronomische Kenntnis der Babylonier und ihre kulturhistorische Bedeutung*) und von Kugler (*die babylonische Mondrechnung*, Freiburg i. B. 1900). Das bisher aufgedeckte Beobachtungsmaterial umfaßt kaum mehr als 20 bis 30 Keilschrifttäfelchen, während noch hunderte der Entzifferung harren. Schon jetzt aber steht fest, daß die Babylonier mehr getan als bloß beobachtet und schätzbares Material zusammengetragen haben. Die Griechen werden einen Teil ihres Ruhmes auf diesem Gebiet an die Babylonier abtreten müssen.

Den Babyloniern verdanken wir die zwölf Sternbilder der Ekliptik, die nach Hommel (*Ausland*, 1891 und 1892) um das Jahr 1150 v. Chr. folgende Namen trugen: Widder, Stier, Zwillinge, Streitkolben, Hund, Ähre, Joch, Skorpion, Schütze, Fischziege, Öllampe, Wasservogel. Das Alter des Tierkreises ist mit guten Gründen bis mindestens 3000 v. Chr. zurückzuverlegen, wiewohl die aufgefundenen bildlichen Darstellungen wahrscheinlich erst ins 12. Jahrhundert v. Chr. zu setzen sind. Auch der Ursprung der Mondstationen (Mondhäuser) geht nach den Forschungen von Epping und Hommel auf die Babylonier zurück, es wurden deren 28, in älterer Zeit 36 gezählt; daß Araber, Inder, Chinesen diese Stationen von den Babyloniern entlehnt haben, ist mit Sicherheit nachgewiesen.

Der Lauf der Planeten wurde gleichfalls seit undenklichen Zeiten in Babylonien genau verfolgt; es sind Tafeln aufgefunden, auf denen heliakische Auf- und Untergänge der Planeten, ihre Konjunktionen, Stillstände und Stellungen zu Fixsternen verzeichnet sind; man hatte auch bereits die langdauernden Perioden aufgefunden, nach denen die Planeten ungefähr wieder in ihre alten Stellungen am Himmel zurückkehrten, so für Venus 8, für Merkur 46, für Saturn 59 Jahre. Jeder Planet war einer besonderen Gottheit geweiht, der Merkur dem Nabu oder Bebo (dem Boten der Götter), die Venus der Istar oder Astarte (Liebesgöttin), Mars dem Nidar (Kriegsgott), Jupiter dem Merodach (dem obersten Gott); auch in dieser Hinsicht erscheint die Anlehnung der Griechen an die Babylonier unzweifelhaft.

Bewundernswert sind die Leistungen der Babylonier in der Erforschung der Mondbewegung. Nach Kugler lösten die Babylonier im 1. Jahrtausend v. Chr. die Aufgabe, den Lauf des Mondes und die Zeiten des Neu- und Vollmondes zu bestimmen, durch etwa elf Rechenoperationen unter Berücksichtigung der vier von den Astronomen unterschiedenen Mondperioden, nämlich des synodischen Monats, des siderischen Monats, der drakonitischen Mondperiode (von Mondknoten zu Mondknoten) und der anomalistischen Mondperiode (von Erdnähe zu Erdnähe). Die von den babylonischen Astronomen für diese vier Perioden angegebenen Werte stimmen vollständig mit den von Hipparch angewendeten überein, so daß über den babylonischen Ursprung der letzteren kein Zweifel sein kann. Jene Beträge weichen von den heute feststehenden nur um wenige Sekunden ab, ja die Länge des synodischen Umlaufs ist bis auf  $\frac{1}{2}$  Sekunde genau, woraus sich leicht der Schluß ziehen läßt, daß diesen Ermittlungen eine vielhundertjährige Beobachtungsreihe zu Grunde gelegen haben muß. Es ist daher die Überlieferung durchaus glaubhaft, daß Kallisthenes, der Neffe des Aristoteles, für diesen babylonische Beobachtungen gesammelt habe, deren älteste vor damals 1903 Jahren, also um die Mitte des 23. Jahrhunderts vor Christo angestellt worden sei, und daß in den Archiven der Tempel noch weit ältere Beobachtungen aufbewahrt worden seien.

Für die Finsternisse vermochten die Babylonier die richtige Erklärung nicht zu geben, zumal ihnen die Lehre von der Kugelgestalt der Erde fremd geblieben zu sein scheint. Dagegen benutzten sie die Finsternisse, insbesondere die des Mondes, zur genauen Feststellung der Sonnenörter und damit der Lage der Ekliptik. Auch die Ungleichmäßigkeit der Sonnenbewegung in der Ekliptik war ihnen bekannt, doch lag ihnen eine Erklärung, wie Hipparchs Theorie der exzentrischen Kreisbahn, fern; sie nahmen darum auch keine allmähliche Änderung der Schnelligkeit, sondern einen sprungweisen Übergang an, indem sie die Sonne in

einem größeren Teil der Bahn ( $194^\circ$ ) täglich 1 Grad, in dem kleineren aber täglich nur  $56' 15''$  zurücklegen ließen. Auch die verschiedene Länge der Jahreszeiten wurde von ihnen bis auf  $\frac{1}{2}$  Tag genau bestimmt. Ihre Methoden zur Vorausberechnung der Mondfinsternisse haben nach Kugler große Ähnlichkeit mit den Ptolemäischen und müssen als deren Vorläufer angesehen werden.

Überraschend ist auch, daß die Babylonier zu Ende des letzten Jahrhunderts v. Chr. nicht nur die scheinbare Größe der Sonnen- und Mondscheibe gekannt, sondern auch die Schwankungen der letzteren ziemlich genau ermittelt haben. Ob wirklich Messungen zu Grunde liegen, oder ob die Veränderlichkeit aus den Unterschieden bei den ringförmigen und totalen Sonnenfinsternissen erschlossen worden ist, weiß man nicht. Doch werden als größter und kleinster Grenzwert  $34' 16''$  und  $29' 27''$  angegeben, während die wahren Werte  $32' 52''$  und  $29' 30''$  sind.

Von Beobachtungsinstrumenten ist aus jenen Zeiten merkwürdigerweise nur der Gnomon (der lotrechte, an der Spitze durchlochte Stab) überliefert, jedoch ist eine Abbildung davon bisher ebensowenig gefunden, wie von irgend einem Winkelmeßinstrument. Wahrscheinlich haben sich die Babylonier auf Schätzungen nach dem Augenmaß beschränkt. Die Zeit wurde nach alten Überlieferungen durch Wasseruhren gemessen. —

Was den Griechen gegenüber jenen Leistungen als Eigentum bleibt, ist die Schöpfung eines Weltsystems, das auf der Anwendung der Geometrie beruht, während die Babylonier in der Geometrie nicht über die primitivsten Kenntnisse hinausgelangt sind. Die von Apollonius in die Astronomie eingeführte Theorie der Cykel und Epicykel und die von Hipparch aufgestellte Theorie des exzentrischen Kreises, die von Ptolemäus zu der des doppelt exzentrischen erweitert wurde, werden immer als Errungenschaften des spekulativen hellenischen Geistes gelten müssen.

P.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Die Statik auf der Oberstufe.** H. KLEINPETER erhebt in einer Programm-Abhandlung „Zur Einführung in die Physik auf der Oberstufe“ (Gymnasium zu Gmunden 1903) entgegen dem Verfahren neuerer Lehrbücher die Forderung, daß die Statik der Dynamik voranzustellen sei. Er macht geltend, daß wir nicht Kirchhoffsche Mechanik lehren, sondern bei der klassischen Mechanik bleiben sollten, wie sie aus den Händen der großen Klassiker des 17., 18., und der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hervorgegangen sei, und daß dem Prinzip von D'Alembert zufolge die Dynamik als ein besonderer Fall der Statik angesehen werden müsse, also dieser nachzufolgen habe. Die Berufung auf die Klassiker ist wenig glücklich, denn gerade die Newtonsche Mechanik, die noch heute die Physik beherrscht, hat die Grundgesetze der Bewegung und damit die dynamische Betrachtungsweise an den Anfang gestellt. Der Vorwurf unhistorischen Vorgehens, den der Verfasser gegen die von der seinigen abweichenden Behandlung erhebt, ist also auf die angegebene Art nicht zu rechtfertigen. Man kann auch nicht sagen, daß durch D'Alemberts Prinzip die Dynamik auf die Statik zurückgeführt sei; denn erstens bleibt bei ihm die dynamische Kräftermessung bestehen, zweitens aber bildet ja hier die Statik den Grenzfall (wie es strenger statt „Spezialfall“ heißen muß) der Dynamik, es müssen bewegende Kräfte eingeführt werden, um die Gleichgewichtsbedingungen aufzustellen. Auch läßt sich das eben gekennzeichnete Verhältnis von Statik und Dynamik nicht nach Belieben umkehren, ebenso wie man zwar den Kreis als Grenzfall der Ellipse, aber nicht die Ellipse als Grenz- oder Spezialfall des Kreises ansehen kann. —

Es ist ferner nicht gerechtfertigt, zu sagen, daß zur Messung von Kräften die Wage diene, daß somit die Besprechung der Wage — gemeint ist nur die Hebelwage — vor der dynamischen Definition der Kraft erfolgen und daher auch aus diesem Grunde die Statik der Dynamik vorangehen müsse. Denn wir sind bekanntlich durchaus nicht genötigt, die Wage zur Messung der Kräfte heranzuziehen, und wenn dies selbst der Fall wäre, so könnte dies noch keinen zwingenden Grund abgeben, die gesamte Statik vor die Dynamik zu stellen.

Der didaktische Grund endlich, daß das Leichtere dem Schwereren vorangehen müsse, ist an sich berechtigt und hat auch sein historisches Gegenstück darin, daß die Statik lange vor der Dynamik in Angriff genommen worden ist. Die Betrachtung des Gleichgewichts an den sog. einfachen Maschinen ist zweifellos einfacher als die Erfassung der Grundbegriffe der Dynamik; aber sie bringt den großen Nachteil mit sich, daß sie die eigentliche Natur dieser Maschinen, nämlich daß sie Arbeitsmaschinen sind, verschleiert. Gerade wenn man das Handgreifliche an diesen Maschinen betont (wie der Verfasser), muß man einer Behandlung, wie sie Grimsehl neuerdings angeregt hat, den Vorzug zuerkennen. Schon auf der Unterstufe wird daher mit der statischen Betrachtung die dynamische zu verbinden sein, wenn man nicht zu ganz falschen Vorstellungen über die Natur der Maschinen Anlaß geben will.

Als Prinzip für die Behandlung der Mechanik stellt der Verfasser auf, daß das Schwergewicht auf die Entwicklung der Grundgedanken der Wissenschaft zu legen sei. Zu dem Zweck will er sich an den historischen Gang halten und erkennt in Machs „Mechanik in ihrer Entwicklung“ ein Buch, „das wir nur den Anforderungen der Mittelschule ein wenig anzupassen haben, um das beste Lehrbuch der Mechanik vor uns zu haben.“ Wir stehen dem Verf. an Wertschätzung des Machschen Werkes gewiß nicht nach, aber doch haben wir gegen den von ihm gemachten Vorschlag die ernstesten Bedenken. Da er seinem Vorschlag eine kurze Übersicht über den von ihm für zweckmäßig gehaltenen Lehrgang hinzufügt, so knüpfen wir am besten an diese an.

Einleitende Betrachtungen über die Aufgabe der Physik und die ersten Anfänge physikalischen Wissens schließen mit der Bemerkung, daß die Physik den Zweck habe, „uns das auf möglichst einfache Art kennen lernen zu lassen, was Tausende vor uns beobachtet und erfahren haben.“ Daran soll sich als erstes Beispiel der archimedische Hebelbeweis schließen. Der Verfasser gibt jedoch selber hinterher (nach Mach) die Einwände an, die der Bündigkeit dieses Beweises entgegenstehen, (wobei sogar der wesentlichste noch fehlt, nämlich, daß bei der paarweisen Zusammensetzung der Kräfte der Drehpunkt als solcher gar nicht beachtet wird). Ja er fügt hinzu, daß auch alle späteren Beweisversuche fruchtlos geblieben sind und bleiben mußten, daß das Hebelgesetz vielmehr auf den Ergebnissen tausendfacher Beobachtungen beruhe. Wir lassen das letztere dahingestellt; aber der Einwurf dürfte hier am Platze sein, warum man die Schüler überhaupt mit solchen „fruchtlosen“ Beweisversuchen behelligen soll. Referent bekennt, es selber wiederholt mit dem archimedischen Beweis im Unterricht versucht und sich von der Unfruchtbarkeit des Verfahrens überzeugt zu haben. Was von historischen Leistungen nicht noch heute zum Fundament der Wissenschaft gehört, hat im Unterricht keine Berechtigung.

Der Verfasser geht dann zum statischen Kraftbegriff über: „Die Physik versteht unter dem Worte Kraft immer einen Zug oder einen Druck<sup>1)</sup>.“ — „Zwei Kräfte heißen gleich, wenn sie sich an einem gleicharmigen Hebel das Gleichgewicht halten.“ Daß zur Definition der Gleichheit von Kräften die Wage nicht erforderlich ist, wurde schon oben bemerkt; auch wenn es keine Hebel gäbe, könnte die Physik Kräfte vergleichen und messen. Zutreffend sind des Verfassers Darlegungen über die Fiktion des starren Systems. Er erweitert dann das Hebelgesetz zu dem von Leonardo da Vinci gefundenen Satz von den statischen Momenten, scheint sich aber mit der experimentellen Bestätigung begnügen zu wollen.

Hiernach wird das Prinzip der Arbeit am Hebel erläutert. Dazu wird der traditionelle Kunstgriff angewandt, daß man „den Hebel um einen kleinen Winkel verschiebt“. Über dieses Verfahren, das nichts weniger als den Übergang von der Statik zur Dynamik bedeutet, herrscht vielfach nicht die nötige Klarheit. Man darf dabei nicht an einen willkürlichen Anstoß von außen denken, sondern hat sich vorzustellen, daß der Kraft ein kleines

<sup>1)</sup> Obige These ist so fundamental und zugleich nach so vielen Seiten anfechtbar, daß der Ref. auf eine Erörterung innerhalb dieses Berichtes verzichten muß. Eine eingehendere Behandlung wird der Gegenstand in den „Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft“ finden.

Übergewicht hinzugefügt wird. Bei der dadurch erzeugten Bewegung sind die Arbeiten von Kraft und Last einander entgegengesetzt gleich, die Arbeit des Übergewichts aber wird, abgesehen von der Überwindung der Reibung, dazu verwandt, dem ganzen System eine gewisse Geschwindigkeit zu erteilen. An dieser Stelle wird deutlich, daß ein volles Verständnis der Arbeitsleistung an den einfachen Maschinen garnicht möglich ist ohne die Dynamik, und daß daher diese ganze Betrachtung der Dynamik anheimfällt, was auf der Oberstufe um so leichter angeht, als die Kenntnis der Gleichgewichtsbedingungen schon auf der Unterstufe übermittelt zu werden pflegt.

Das Gesetz der Flaschenzüge will der Verfasser aus dem Hebelprinzip oder aus dem Arbeitssatz ableiten. Wir vermögen beides nicht zu billigen; das erste nicht, aus dem schon bei der festen Rolle angeführten Grunde, das zweite nicht, weil der Arbeitssatz einstweilen nur am Hebel konstatiert, aber als allgemeines Prinzip noch nicht hinreichend beglaubigt ist. [Wenn der Verfasser beiläufig sagt, „geradeso wie das Arbeits- aus dem Hebelgesetz, folgt auch letzteres aus dem ersteren“, so ist dies schon in rein logischer Hinsicht nicht haltbar, so wenig wie oben die Umkehrung des Verhältnisses von Statik und Dynamik.] Die einzig angemessene Herleitung der Flaschenzuggesetze muß auf die Betrachtung der Spannungen der Seile zurückgehen, die der Verf. aber nur nebenher anführt.

Das „Prinzip“ der schiefen Ebene wird auf Stevins mehr geistreiche, als überzeugende Ableitung gestützt, außerdem noch auf Galileis höchst sinnreiche Ableitung aus dem Hebelgesetz. Beide Ableitungen sind überflüssig geworden, seit der Satz vom Kräfteparallelogramm als physikalisches Prinzip erkannt ist. Doch wird insbesondere Stevins Betrachtung immer noch Interesse verdienen, wenn sie nicht, wie hier, zum Hauptbeweismittel gemacht wird.

Es folgt „das Prinzip der Arbeit und das der schiefen Ebene“. Hier wird das erste aus dem zweiten auf bekannte Weise entwickelt, dann aber merkwürdigerweise die drei Sätze des Hebels, der schiefen Ebene und der gleichen Arbeit wie drei „Prinzipien“ einander koordiniert. In gewissem Sinne haben ja historisch die ersten beiden auch die Rolle von Prinzipien gespielt, es ist aber verwirrend, sie heut noch als solche zu bezeichnen. Wie ganz anders wurzelhaft stellen sich im Vergleich zu jenen Sätzen die drei Galilei-Newtonschen Prinzipien der Trägheit, der Unabhängigkeit und der Gegenwirkung dar!

Erst am Schluß behandelt der Verf. die „graphische Darstellung von Kräften“ und den „Satz vom Kräfteparallelogramm“. Aus der Analogie der graphischen Darstellung von Kräften und von komplexen Zahlen will er folgern, daß wie für letztere, so auch für erstere die Summation nach dem Parallelogrammschema auszuführen sei. Er stellt die kühne Behauptung auf, der Satz vom Kräfteparallelogramm ergebe sich somit als notwendige Konsequenz des Kraftbegriffs — freilich um dies sofort wieder zurückzunehmen, da die erschöpfende Darstellbarkeit einer Kraft durch eine komplexe Zahl eine bloße Annahme sei. Nach diesem willkürlichen Spiel mit Analogien und Behauptungen wird der Parallelogrammsatz als ein Erfahrungssatz hingestellt und seine eigentliche Bekräftigung in die Konsequenzen gelegt, die sich aus ihm ziehen lassen. [Aber dennoch wird eine Seite später wiederum der Parallelogrammsatz als eine Folge des eingeführten Kraftbegriffs bezeichnet]. Aus dem Parallelogrammsatz werden die Sätze vom Hebel und von der schiefen Ebene (hier wieder als allgemeine „Grundsätze“ bezeichnet) in der üblichen Weise abgeleitet. Es soll endlich auch „die Gültigkeit des Satzes von der Gleichheit der Arbeiten“ aus dem Parallelogrammsatz „erwiesen“ werden. Der gegebene, sehr abstrakte und umständliche Beweis zeigt im Grunde nichts weiter, als daß die Komponenten der Seitenkräfte, genommen in der Richtung der Resultierenden, zusammen gleich der Resultierenden sind, woraus sofort die Gleichheit der Arbeiten für den Fall der virtuellen Verschiebung eines Punktes, der von drei im Gleichgewicht befindlichen Kräften angegriffen wird, sich ergibt. Es ist damit aber für das Verständnis der allgemeinen Gültigkeit des Arbeitsbegriffs wenig gewonnen.

Ein kurzer Hinweis auf die deduktive Behandlung der Statik bildet den Schluß der Abhandlung. — Wir müssen gestehen, daß die Einführung überwundener historischer

Gesichtspunkte auf diesem Gebiet uns mehr Schaden als Nutzen zu stiften scheint. Könnte je wieder etwas der auch von uns hochgehaltenen Forderung, „daß das historische Element ganz besondere Berücksichtigung verdiene“ gefährlich werden, so wäre es der Mißgriff, das historische Material bruchstückweise und ohne Einheitlichkeit in den Unterrichtsgang zu übernehmen. Hat doch MACH selbst, der in seiner „Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch betrachtet“ mit Archimedes beginnen mußte, da hier die geschichtliche Abfolge das von vornherein gewählte Anordnungsprinzip bildete, in seiner Naturlehre für die Oberstufe mit Galilei begonnen und ist von da über Huygens zu Newton fortgeschritten, um erst nach dem Kraft- und Arbeitsmaße (Leibniz, Poncelet, § 53) zum Parallelogrammsatz (§ 54) und mittels seiner zu den Archimedischen Sätzen vom „Schwerpunkt“ (§ 58) und den Maschinen (§ 61 ff.) überzugehen. Es wäre sicher verfehlt, im Unterricht historischer sein zu wollen, als der hervorragendste Vertreter der historischen Betrachtungsweise selber für angemessen erachtet hat. Nur auf der Unterstufe begann MACH mit einfachen statischen Aufgaben; was hier sehr wohl neben anderen didaktischen Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen ist, da für die Unterstufe alle irgendwie feineren logischen Rücksichten auf Einheitlichkeit der Begriffsbildung und Konsequenz der Systematik ohnedies noch verfrüht wären. P.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Fortschritte der Bogenlichttechnik.** Bereits im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift (S. 111÷114, 1902) ist über das Bremerlicht berichtet worden. Seither hat nun die Bremerlampe nicht nur selbst vielfältige Verwendung, sondern auch Nachahmung gefunden, insofern als z. Z. von einer ganzen Anzahl von Firmen Bogenlampen hergestellt werden, welche ebenfalls für die Verwendung metallsalzhaltiger Kohlen gebaut sind, die in spitzem Winkel zu einander stehen; wir haben mit einer neuen Gruppe von Bogenlampen zu rechnen, die wir wegen des ihnen eigentümlichen relativ langen und stark selbstleuchtenden Lichtbogens zweckmäßig als „Flammenbogenlampen“ bezeichnen. H. Bremer gebührt, und das ist verschiedenen, zum Teil anscheinend auf ungenügender Kenntnis der Vorgeschichte beruhenden

Angriffen gegenüber nachdrücklichst zu betonen, das Verdienst, durch Herstellung seiner Kohlen die Flammenbogenlampen in die Praxis eingeführt zu haben; er hat damit ein Problem gelöst, an dem bereits seit 1852 (Watson & Slater) eifrig, aber ohne Erfolg, gearbeitet ist (Carré und Gaudoin 1875, Jablockoff 1876, Gebr. Siemens 1879). Eine ausführliche Darstellung des Gegenstandes habe ich vor einiger Zeit an anderer Stelle gegeben (*Verh. Dtsch. Phys. Ges. V, 157÷176, 1903*); ich habe dort unterschieden zwischen Bogenlichtelektroden

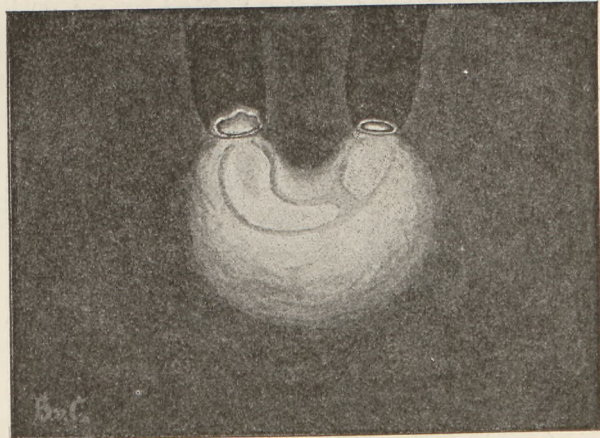


Fig. 1.

erster Art, wie sie in den gewöhnlichen Bogenlampen zur Verwendung kommen, möglichst nur aus Kohle und frei von mineralischen Beimengungen, und solchen zweiter Art, absichtlich mit mineralischen Zusätzen versehen, den Flammenbogenlichtelektroden. Die letzteren geben nun schon in Lampen gewöhnlicher Form — mit senkrecht übereinander stehenden Kohlen — eine wesentlich bessere Energieausnutzung, bei 7 Amp. und 40 Volt Gleichstrom z. B. 1350 HK statt 610 HK, mittlere hemisphärische Lichtstärke, ihre Vorteile kommen aber erst bei der Winkelanordnung der Elektroden voll zur Geltung,

wobei der Bogen die in Fig. 1 dargestellte Form annimmt. Die hier ganz andere Lichtverteilung als bei den gewöhnlichen Bogenlampen zeigt Fig. 2 nach Versuchen von W. WEDDING (*E. T. Z. XXIII, 702—709, 1902*) für je 7% Ba-(weiß), Sr-(rot) und Ca-(gelb) Salzzusatz. Die Ökonomie des Flammenbogenlichtes ändert sich außerdem mit der Zusatzmenge, und zwar sinkt bei wachsendem Zusatz der spezifische Wattverbrauch erst rasch, dann lang-

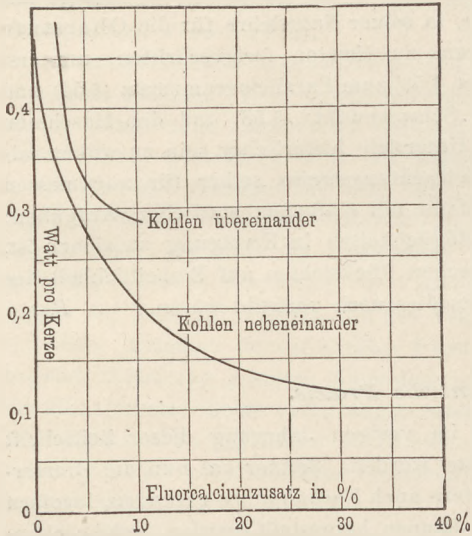


Fig. 3.

samer, wie Fig. 3 ebenfalls nach Messungen von W. Wedding zeigt. Das Spektrum des Bogens von Originalbremerkohlen ist ein ausgesprochenes Bandenspektrum von recht verwickeltem Bau mit starkem Rot und Gelb, aber auch vielen Linien im Blau und einigen im Violett (B. v. CZUDNOCZOWSKI, *Verh. Dtsch. Phys. Ges. V, 170, Fig. 12*). Der in den Elektroden verlaufende Strom erzeugt nun bei Winkelstellung dieser ein Feld, welches hin-

reicht, um nicht nur ein Aufsteigen des Bogens zu verhindern, sondern auch diesen nach unten auszubreiten, wenn der Winkel der Elektroden 15—45° beträgt, sodaß man in diesem Falle von der Anwendung eines Blasmagneten absehen kann. (Zeidler, *E. T. Z. XXIV, 167 + 172, 1903*). Wendet man aber einen solchen an, so darf dieser nicht zu kräftig wirken, da er sonst durch übermäßiges Auseandertreiben des Bogens die Lichtstärke sehr vermindert und den Energie-

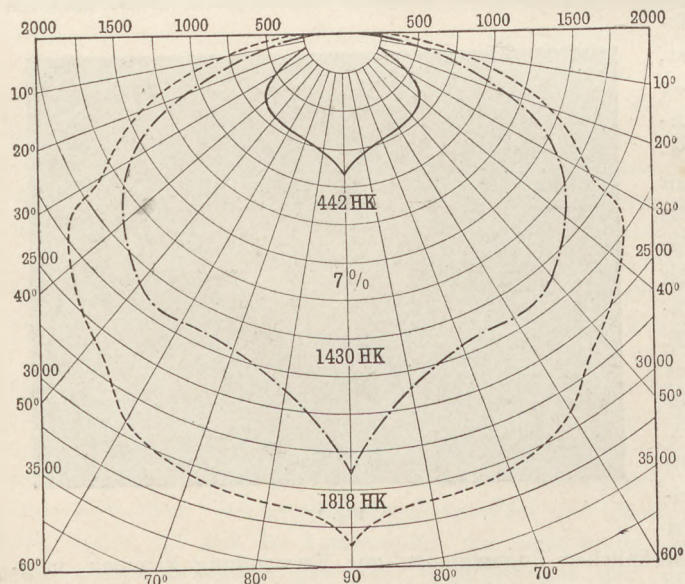
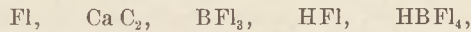


Fig. 2.

verbrauch erhöht (Versuche von Gebr. Siemens). Äußerst lästig und bei den älteren Versuchen vielfach die Veranlassung, diese aufzugeben, sind die durch Zersetzung bzw. Verdampfung der mineralischen Beimengungen veranlaßten Dämpfe, welche der Anwendung der Flammenbogenlampen in geschlossenen Räumen hinderlich sind; hiergegen hat BREMER eine besondere Kondensationskammer konstruiert, in welcher die Verbrennungsgase die festen Bestandteile ablagern sollen. Zur Beseitigung des bei Flammenbogenlampen besonders reichlich auftretenden  $\text{NO}_2$  verwenden Gebr. Siemens (D.R.P.)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  in Mengen von einigen g für den Tag und die Lampe. Endlich sei noch einer sinnreichen Anordnung von KÖRTING & MATHIESEN gedacht, welche ein Verschmutzen des Lampenwerkes durch den Niederschlag der Dämpfe verhindern soll; hier legt sich nämlich eine am Lampengestänge befestigte Scheibe, welche in der Mitte einen Sparreflektor aus Chamotte trägt, auf einen in der Laterne angebrachten Ring, sodaß zwischen Brennraum und Werk ein besonderer abgeschlossener und für sich ventilierter Raum eingeschaltet ist. Über die chemischen Vorgänge im Flammenlichtbogen fehlen bisher Untersuchungen; sie sind jedenfalls

nicht einfach. Durch Diskussion der Möglichkeiten bei bestimmten Voraussetzungen, nämlich daß die Elektroden  $\text{Ca Fl}_2$  und  $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$  enthalten, läßt sich nur ableiten (B. v. CZUDNOCHOWSKI, *a. a. O.* 171–173), daß durch deren Zersetzung entstehen könnten:



und zwar hängt das Auftreten der drei letztgenannten einzig und allein ab von dem ganz unwahrscheinlichen Zerfall des  $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ . Dem entsprechen auch vollkommen die Ergebnisse der — soweit mir bekannt — bisher einzigen diesbezüglichen Untersuchung von K. ARNDT, der diese höchst gesundheitsschädlichen Gase in den Verbrennungsgasen nicht nachzuweisen vermochte. Die neueren Bremerlampen, Fig. 4, sind von gänzlich anderer Einrichtung als die früher in dieser Zeitschrift beschriebenen (*XV, 114, Fig. 7 und 8*). Es sind an ihnen Anordnungen für folgende Zwecke zu unterscheiden: 1) Nachschub der Elektroden, 2) Regelung des Lichtbogens, 3) Zündeinrichtung, 4) Verhütung ungleichen Abbrandes der Elektroden, 5) Kurzschließer; die Figur ist etwas schematisch, insofern als ein Auseinanderziehen bzw. Umklappen sonst anderes verdeckender Teile stattgefunden hat, jedoch ohne daß dabei die Funktionen der Teile in der Zeichnung geändert sind. Es ist: *L* das Laufwerk, *D* das elektrische Differentialwerk (Hauptstrom- und Nebenschlußspule), *F* die durch die Schraube *S* in ihrer Spannung veränderliche Regulierfeder zum elektrischen Einstellen der Lampe, *RS* die mittels eines Schiebers die Spitze der — Kohle bewegende Regulierstange, *ZM* Zündmagnet mit Anker *A*, *ZS* Zünderstange, *Z* Zünder, *T* Teller, *B* Blasmagnet, *R* Reflektor (Sparer), *M* die Elektrodenspitzen abkühlende Metallmassen zur Verhütung ungleichen Abbrandes, *K* Kurzschließer, *EW* Ersatzwiderstand. Der Elektrodenwinkel beträgt  $36^\circ$ ; da die Kohlen am Rande nichtleitende Schlacken bilden, so ist der Zünder nötig, welcher durch Entfernung von *Z* und der — Kohle voneinander zwischen diesen beim Einschalten einen Lichtbogen erzeugt, welcher durch eine zweite miteingeschaltete Wicklung von *B* nach der + Kohle hinübergetrieben wird. Die Kohlen von Gebr. Siemens enthalten die Zusätze nur im Docht, geben daher keine Schlackenränder und machen diese Zündeinrichtung bei den für ihre Anwendung bestimmten Lampen entbehrlich.

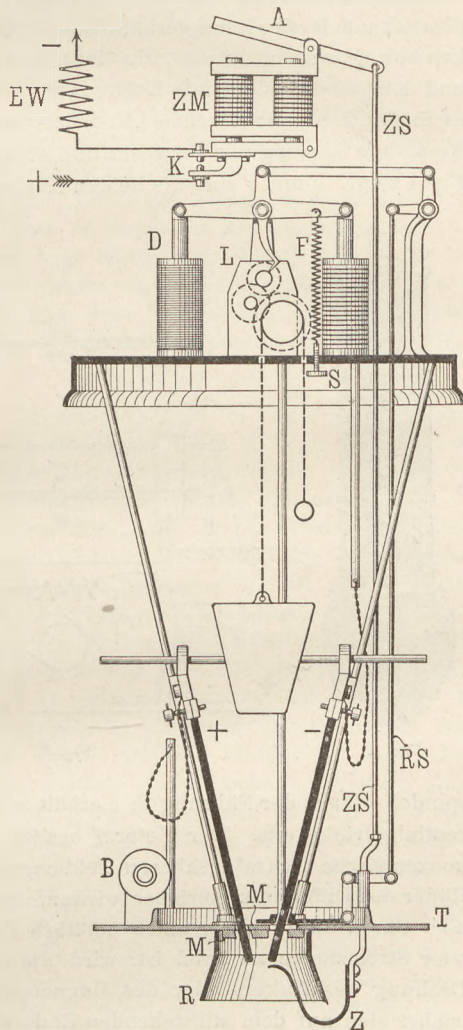


Fig. 4.

Eine hübsche Neuerung, die ebenfalls auf eine längere Vorgeschichte zurückblicken kann, sind die Kleinbogenlampen, welche zu den Dauerbrandlampen (mit eingeschlossenem Bogen) gehören, wie die „Piccololampe“ der El.-Ges. „Sirius“ vormals Hansen in Leipzig für 1–2 Amp. 110 Volt, die Lampe von BENARD 1–1½ Amp. 110 Volt (*Electrician LI (No. 7), 309, 1903*) und die „Liliputlampe“ von SIEMENS & HALSKE (*Prometheus XIV, 507–508, 1903*) 2–3 Amp. 80 Volt. Diese Lampen zeichnen sich durch ihre für Bogenlampen überraschende Kleinheit aus; sie sind ca. 30 cm lang, die Liliputlampe besitzt einen Mantel von 6 cm Durchmesser, eine Glocke von 8 cm Durchmesser, Spezialkohlen von 5 mm Durchmesser und 190 bzw. 65 mm Länge, sodaß der Rest der Oberkohle als Unterkohle aufgebraucht werden kann. Die Außen-

ansicht zeigt Fig. 5; die Helligkeit beträgt bei 2 Amp. 130 HK, bei 3 Amp. 280, der spezifische Wattverbrauch 1,2 bzw. 0,85 Watt. Die höhere Spannung der beiden anderen Lampen ist dadurch veranlaßt, daß diesen der Vorschaltwiderstand gleich eingebaut ist. Diese Lampen besitzen sämtlich ein sehr einfaches, nur aus einer Spule und einer die Oberkohle festhaltenden und von der Spule beeinflussten Klemmvorrichtung bestehendes Werk und sind ihrer Kleinheit wegen auch zu mannigfacher Anwendung in Beleuchtungskörpern befähigt.

Den Gegensatz zu diesen hinsichtlich Stromstärke und Energieverbrauch bilden die Horizontallampen für Scheinwerfer, welche für 30–150 Ampere gebaut werden. Bei diesen handelt es sich um verhältnismäßig bedeutende Gewichte, welche mit derselben Genauigkeit bewegt werden müssen, wie die entsprechenden nur leichten Teile der gewöhnlichen Lampen und demgemäß bedeutende Kräfte erfordern. Hierzu ist nun der Elektromotor sehr geeignet und es sind auch schon zahlreiche „Motorlampen“ konstruiert worden (die erste von Tschikoleff 1876). Besondere Genauigkeit bezweckt nun eine Neukonstruktion von SCHÜCKERT & Co., deren Schema Fig. 6 zeigt. *a* und *b* sind die beiden Kohlenhalter, bewegt durch die doppelgängige Schrauben-

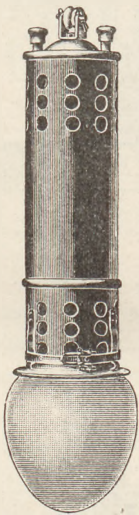


Fig. 5.

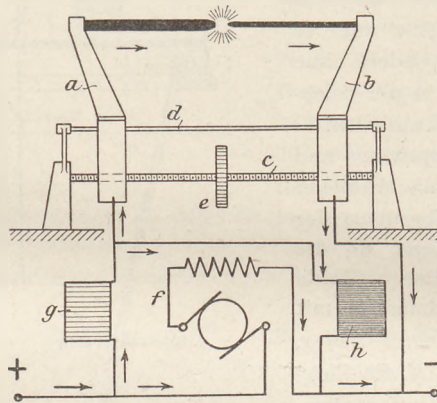


Fig. 6.

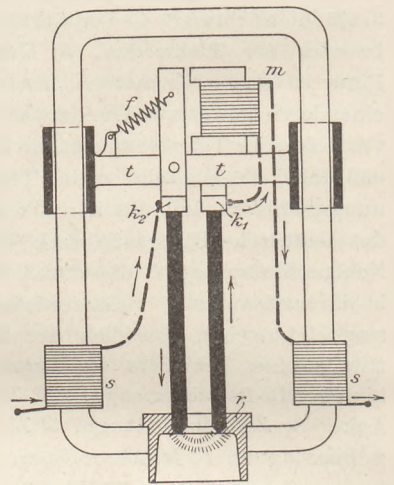


Fig. 7.

spindel *c* längs der Führung *d*; *c* erhält seine Bewegung durch das Zahnrad *e* von einem Differentialgetriebe aus. Der Motor *f* besitzt nämlich einen ebenfalls um eine, der Ankerachse konzentrische Achse drehbaren Feldmagnet; Anker und Feldmagnet, welche auf je eines der Räder des Differentialgetriebes wirken, streben nun sich gegeneinander zu verdrehen, werden aber daran durch von *g* und *h* betätigte Arretierungen gehindert. Je nachdem die Spannung oder Stromstärke zu groß ist, wird die eine oder andere Arretierung gelöst und damit die Drehung des Ankers oder des Magneten freigegeben, wodurch die Zwischenräder des Getriebes sich auf dem stillstehenden Rade abzuwälzen und damit eine Drehung von *c* im einen oder anderen Sinne zu veranlassen gezwungen sind (*Elektrotechn. Rundschau XX, 161, 1903*).

Dieser Lampe gegenüber recht einfach ist die eigenartige Konstruktion von SIEMENS & HALSKE, Fig. 7. Auf einem aus Eisen hergestellten Rahmen gleitet mittels zweier Hülsen die Traverse *t* mit dem festen Kohlenhalter *k*<sub>1</sub> und dem um eine Achse beweglichen *k*<sub>2</sub>, welcher einerseits vom Magneten *m*, andererseits von der Feder *f* beeinflusst wird. Die beiden Spulen *s s* wirken blasend auf den Bogen; der Reflektor *r* enthält eine Auskerbung, in welche sich die eine Kohle stützt und so nur ein Sinken von *t* entsprechend dem Abbrande zuläßt. Die normale Stellung der Kohlen ist parallel, wir haben also ein Wiederaufleben der elektrischen Kerze in umgekehrter Stellung und von besonderer Brauchbarkeit für Flammkohlen vor uns (*El. Rundschau XX, 207–208, 1903*).  
W. B. von Czudnochowski.



## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Theophrastus Paracelsus, sein Leben und seine Persönlichkeit.** Ein Beitrag zur Geistesgeschichte der deutschen Renaissance. Von Franz Strunz. Leipzig, Eugen Diederichs, 1903. 126 S. M 4,—, geb. M 5.

**Theophrastus Paracelsus, das Buch Paragranum.** (Der Neuausgabe I. Band.) Herausgegeben und eingeleitet von Franz Strunz. Leipzig, Eugen Diederichs, 1903. 112 S. M 4,—, geb. M 5.

„In der Geschichte der Methode der Naturforschung gehört er zu den Größten der Renaissance“, so kennzeichnet der verdienstvolle Verfasser seinen Held und rückt ihn dadurch in den eigensten engeren Bereich unserer Zeitschrift. Ein „Wirklichkeitsbeobachter“ und ein „Vorläufer Giordano Brunos“, der „Wegbereiter einer modernen, auf biologischen und chemischen Grundlagen sich erhebenden Heilkunde“, ein Denker, in dessen Spuren Comenius und van Helmont wandeln. Seine Theorie von den drei substanzbildenden Qualitäten, Sulfur, Mercurius, Sal, ist fast mehr chemisch als naturphilosophisch und entspricht den chemisch-physikalischen Phänomenen der Brennbarkeit, der Verflüssigung, der Erstarrung. Ihn beseelt der Drang zum „Lichte der Natur“, zu methodischer Induktion und systematischer Erkenntnis. Aber höher noch zu werten ist das Reinmenschliche der Persönlichkeit, die der Verfasser vor unserem geistigen Auge lebendig zu machen weiß, sodaß wir mit Ergriffenheit den Schicksalswegen des merkwürdigen Mannes folgen und den Atemzug einer dem Höchsten zugewandten Seele verspüren. Die Neuausgabe, deren erster Band in dem „Buch Paragranum“ vorliegt, wird sicher dazu beitragen, das Interesse für den fast vergessenen Heros der deutschen Renaissance neu zu beleben.

P.

**Vorlesungen über theoretische Physik** von H. v. Helmholtz. Bd. VI, Theorie der Wärme. XII und 418 S. mit 40 Figuren. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1903. M 16,— geb. M 17,50.

Unter den Bänden der Helmholtz'schen Vorlesungen über theoretische Physik, welche wir der Pietät seiner Schüler verdanken, nimmt der zuletzt erschienene, welcher die Vorlesungen über die Theorie der Wärme enthält, einen ganz besonders hervorragenden Platz ein. Der Herausgeber dieses Bandes, Hr. Prof. Richarz in Marburg, hat mit glücklicher Hand aus ihm vorliegenden Stenogrammen, sowie aus eigenen Aufzeichnungen auf seiner Studienzeit die Vorlesungen in ihrer ganzen Frische und Unmittelbarkeit reproduziert, sodaß die Lektüre, oder besser das eingehende Studium dieser Vorlesungen jedem Physiker auf das dringendste empfohlen werden muß. Es ist dieses Buch nicht allein ein sehr vollständiges Lehrbuch der Wärmetheorie, sondern auch der mit dem Gegenstand schon Vertrautere wird abgesehen von dem Genuß, den die vollendete Beherrschung des Stoffes und die spielende Leichtigkeit in der Überwindung der mathematischen Schwierigkeiten bietet, eine Fülle anregender Gedanken und reiche Belehrung aus diesem Buche schöpfen. Insbesondere dem Lehrer kann ein von pädagogischen Gesichtspunkten geleitetes Studium dieses Buches nicht warm genug empfohlen werden. Mit unfehlbarer Meisterschaft hat der große Denker und Forscher die Hauptsachen herausgehoben, die Nebensachen oft nur angedeutet. Freilich ist es schwer, einem solchen Muster nachzustreben, denn aus jedem Satz dieser Vorlesungen spricht nicht allein der tief eindringende Denker, sondern auch der mit dem staunenswertesten Wissen ausgerüstete Gelehrte, dem für die Illustration der mathematisch begründeten Sätze die Gesamtheit der Naturkenntnis seiner Zeit von den gewaltigsten kosmischen Phänomenen bis zu dem Leben und Weben der Zellkerne zur Verfügung stand. Referent, der durch seine eigenen Arbeiten vielfach auf die Wege der thermodynamischen Forschung geführt wird, entsinnt sich nicht, in irgend einem Buche die begrifflich so schwierigen Probleme, die sich z. B. an den zweiten Hauptsatz und seine mechanischen Analoga knüpfen, in so klarer, einwandfreier Weise entwickelt gefunden zu haben, wie in diesen Vorlesungen.

Die Physiker haben allen Grund, Ern. Prof. Richarz für diese Herausgabe der Vorlesungen über Wärmetheorie dankbar zu sein.

H. Jahn.

**Thermodynamik.** Von Dr. W. Voigt, Professor an der Universität Göttingen. I. Band. Einleitung: Thermometrie, Kalorimetrie, Wärmeleitung; Erster Teil: Thermisch-mechanische Umsetzungen. Mit 43 Fig. (Sammlung Schubert XXXIX). Leipzig, G. J. Göschen, 1903. 360 S. geb. M 10.

Dies ebenfalls unlängst erschienene Buch beschäftigt sich ausschließlich mit der Thermodynamik und ihren Anwendungen. Die Thermodynamik hat den physikalischen Wissenschaften schon große Dienste geleistet und ist nach der Ansicht des Referenten noch zu großen Dingen berufen. Fängt man doch erst jetzt an, das wichtige Gebiet der nicht umkehrbaren Vorgänge schüchtern zu betreten. Es ist daher ein dankenswertes Unternehmen, wenn ein gründlicher Kenner der Disziplin den augen-

blicklichen Stand der Kenntnisse in so klarer, exakter Weise darlegt, wie es Voigt in seinem Buche getan hat. Es war eine derartige Arbeit als Ergänzung des ausgezeichneten Buches von Planck um so erwünschter, als ja leider einerseits ein nicht unerheblicher Mißbrauch mit den halb oder garnicht verstandenen Hauptsätzen der Thermodynamik getrieben wird, während auf der andern Seite die Anhänger der mechanisch-kinetischen Theorien den thermodynamischen Betrachtungen als zu abstrakten, formalen Operationen mit Mißtrauen begegnen. Da ist es gut, wenn einmal in klarer, keinen Einwand duldender Weise dargelegt wird, was die Thermodynamik bereits geleistet hat, welche Probleme sie noch in Angriff zu nehmen hat; wenn aber gleichzeitig die Grenzen der Leistungsfähigkeit dieses wichtigen Teiles der theoretischen Naturforschung scharf gezogen und bezeichnet werden.

Diese doppelte Aufgabe hat W. Voigt in dem bisher erschienenen ersten Bande seines Lehrbuches vortrefflich gelöst. Das Buch wird sich als zuverlässiger Führer in dieses merkwürdige Wissensgebiet gewiß viele Freunde erwerben. H. Jahn.

**Lehrbuch der Technischen Physik.** Von Prof. Dr. Hans Lorenz. Erster Band: Technische Mechanik starrer Systeme. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1902. XXIV u. 625 S. M 15.

Das Buch ist in erster Linie für die Bedürfnisse des wissenschaftlich arbeitenden Ingenieurs, sowie für solche Mathematiker geschrieben, die eine vorwiegend aufs Praktische gerichtete Lehrtätigkeit ausüben. Daher lehnt sich der ganze Aufbau des Buches an die wichtigsten technischen Anwendungen der Mechanik an, obgleich Probleme von rein wissenschaftlicher Bedeutung nicht ganz ausgeschlossen sind. Wenngleich, wie Verfasser im Vorwort hervorhebt, bei den Ableitungen nur die Kenntnis der analytischen Geometrie und der Elemente der Differential- und Integralrechnung vorausgesetzt wird, so sind die Anforderungen, die an das mathematische Verständnis des Lesers gestellt werden, keineswegs gering, besonders da fast durchweg rein analytische Methoden verwandt werden. Allerdings werden die mathematischen Hilfsmittel, welche außerhalb des Rahmens der analytischen Geometrie und der Infinitesimalrechnung liegen, im Buche selbst abgeleitet. Dahin gehört besonders die Theorie der periodischen Reihen, welche bei der Untersuchung zusammengesetzter Schwingungen in dem für praktische Zwecke notwendigen Umfange entwickelt wird, während die Untersuchungen über die Konvergenz der Reihen nicht mit aufgenommen sind.

Auf eine Trennung der Mechanik in Statik und Dynamik ist vollständig verzichtet. Der Einteilungsgrund geht am besten aus den Kapitelüberschriften hervor. Diese lauten: I. Geometrische Bewegungslehre. II. Geschwindigkeit und Beschleunigung. III. Die Relativbewegung. IV. Treibende Kräfte und Widerstandskräfte. V. Mechanik ebener Systeme. VI. Mechanik räumlicher Systeme. Dann schließt sich als VII. Kapitel ein „Abriß der geschichtlichen Entwicklung der Mechanik starrer Systeme“ an. Als wesentlich und zugleich von vielen anderen Darstellungen abweichend ist hervorzuheben, daß die Kräfte erst eingeführt werden, nachdem die Bewegung selbst vollständig behandelt ist. Dieses Verfahren hält Ref. für durchaus empfehlenswert. Es mag auf einer früheren Stufe der Kraftbegriff manchmal recht bequem zur Darstellung sein; aber im Interesse des logischen Aufbaus liegt es gewiß, wenn die Bewegungsstatsachen von den Bewegungsursachen völlig getrennt behandelt werden. Mit großer, aber wohl berechtigter Ausführlichkeit sind bei den Widerstandskräften die gedämpften Schwingungen und die erzwungenen Schwingungen ohne und mit Dämpfung behandelt. Ebenfalls ist das ballistische Problem vollständig durchgerechnet. Den Schluß des vierten Kapitels bilden zwei Abschnitte über den Impuls und über die mechanische Arbeit, wobei zuletzt die Grundlagen des Potentialbegriffs entwickelt werden. Die Mechanik starrer Systeme bildet den Hauptbestandteil des Buches. Die Trennung in Mechanik ebener und räumlicher Systeme erklärt sich von selbst. Nachdem die Bewegungsgleichungen eines ebenen Systems, das D'Alembertsche Prinzip, der Flächensatz und das Prinzip der virtuellen Verschiebungen abgeleitet sind, werden diese Sätze auf ebene Probleme angewandt. Hier sind besonders zu erwähnen: das einfache und zusammengesetzte ebene Pendel, die zwangsläufige Bewegung eines Stabes, das Kräftespiel im Kurbelgetriebe, der Reibungs- und Rollenwiderstand und die Bewegung der Fuhrwerke. Dann folgt der Stoß fester Körper. Betrachtungen über das Gleichgewicht und die Bewegung ebener Seilsysteme schließen das V. Kapitel. Im VI. Kapitel werden die räumlichen Probleme behandelt, von denen die Kreisbewegung, die Theorie der Regulierung durch das Zentrifugalpendel und besonders der Massenausgleich mehrkurbli ger Maschinen hervorzuheben sind. Das Schlußkapitel gibt einen sehr guten Überblick über die geschichtliche Entwicklung der technischen Mechanik. In diesem Kapitel hat Verf. noch Gelegenheit, die in dem Buche nicht benutzten Lagrangeschen Bewegungsgleichungen abzuleiten.

Das vorliegende Buch soll eine Brücke schlagen zwischen den Arbeiten des Theoretikers und denen des Praktikers. Es soll den Vertretern der Theorie zum Bewußtsein bringen, daß ihre Entwicklungen unmittelbarer Anwendung fähig sind, es soll dem Praktiker die Hilfsmittel der Wissen-

schaft zugänglich machen. Gewiß ist diese Arbeit ebenso verdienstvoll wie schwierig. Trotzdem muß zugestanden werden, daß es dem Verfasser wohl gelungen ist, dieses Bindeglied zu schaffen, wenn auch an die mathematische Schulung des praktischen Ingenieurs recht hohe Anforderungen gestellt werden.

*E. Grimsehl.*

**Der Äther**, Vortrag gehalten am 3. April 1902 zu Utrecht im Ferienkursus für Gymnasial- und Realschullehrer. Von Dr. V. A. Julius. Aus dem Holländischen übersetzt von G. Siebert. Leipzig, Quandt & Händel. 1902. I u. 52 S.

Der Vortrag berichtet über die hauptsächlichsten Untersuchungen, in denen bisher die Eigenschaften des Äthers eingehend diskutiert worden sind. Der erste Teil bespricht zunächst den Gegensatz zwischen Descartes und Huyghens betreffs der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und die Huyghenssche Anschauung von der Konstitution des Äthers, worauf Fresnels Annahme der Elastizität und der Unzusammendrückbarkeit, seine Lehre von dem Äther in Krystallen, von dessen verschiedener Dichte in verschiedenen Körpern und von der Mitführung des inneren und der Ruhe des äußeren Äthers bei der Bewegung der Körper entwickelt wird; dann folgt Cauchys Dispersionstheorie, Lord Kelvins Dichteabschätzung und die Erklärung der Aberration des Lichtes nach Fresnel, Stokes, Michelson und Morley, Lorentz und Fitz Gerald. Der zweite Teil handelt von den Grundvorstellungen Maxwells und geht besonders auf die Hypothesen von Lorentz, seine Elektronentheorie und Gravitationserklärung ein.

Der gelegentlich vorkommende Vergleich von Lord Kelvin und Maxwell mit Paganini und Joachim, indem bemerkt wird, Paganini habe seine Zuhörer durch seine nie erreichte Technik in höchstes Entzücken zu versetzen gewußt, Joachim vielleicht einmal einen einzelnen Ton nicht vollkommen rein hervorgebracht, aber seinen Zuhörern in die Seele gegriffen, ist, so fremdartig er im ersten Augenblicke berührt, doch sehr treffend.

Was der Verf. im übrigen von eigenen Urteilen vorbringt, kommt ebenfalls nur mehr beiläufig zur Sprache. In der Tat läßt sich auch nicht in so kurzer Zusammenfassung, wie es in der Einleitung geschieht, über den Wert oder den Unwert der Hypothese in der Physik entscheiden; wenn z. B. die Anwendung von Hypothesen bei Fresnel und bei van der Waals ohne weiteres als gleichbedeutend angesehen wird, trifft dies durchaus nicht die Sache, und der erkenntniskritische Standpunkt von Ostwald ist keineswegs eine solche Verirrung in jeder Hinsicht, als die ihn der Verf. hinstellt. Ebenso läßt am Schlusse die wohl durch die Lektüre von Machs Mechanik angeregte Ersetzung des Newtonschen absoluten Raumes durch den Äther unbeachtet, was Mach selbst darüber hinzufügt, daß nämlich dazu eine ausreichende Kenntnis von dem Bewegungsverhältnis des Äthers zu den darin befindlichen Körpern gehören würde. Übrigens wird durch diese Mängel die geschickte und klare Orientierung, die der Vortrag in dem gewährt, worüber er in der Hauptsache referiert, nicht beeinträchtigt.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Gravitation als Folge einer Umwandlung der Bewegungsform des Äthers.** Von Dr. Hiber. München, G. Franz. 1903. 44 S. M 2.

Der Verf. erörtert folgende Hypothese: Ein kleiner Teil der Energie der ungeordneten Ätherbewegung verwandelt sich in Schwingungsenergie der Massenteile der Körper und kehrt von dort als Wellenbewegung des Äthers zu diesem zurück; dadurch entsteht die Schwere und die Wärme der großen Himmelskörper. Weiter darauf einzugehen verlohnt sich nicht, da diese wie alle ähnlichen Hypothesen wertlos sind, wenn sie nicht zu bestimmten zahlenmäßigen Folgerungen, die an der Erfahrung kontrolliert werden können, vordringen.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik.** Von Adolf Thomälen. VIII und 515 S., 277 Abb. i. Text. Berlin, J. Springer, 1903. Geb. M 12.

Dieses, besonders für Studierende der Elektrotechnik bestimmte Werk behandelt in 19 Kapiteln fast ausschließlich Generatoren und Motoren, also dynamoelektrische Maschinen, für Gleich-, Einphasen- und Mehrphasenstrom, und Umformer. Das erste Kapitel enthält allgemeines über elektrische Vorgänge, das zweite über elektrochemische Vorgänge (Elektrolyse, Polarisation, Akkumulatoren, Elemente). Der Titel ist also nur berechtigt, wenn man die Lehre von der dynamoelektrischen Maschine — und eine solche in dem umfassenden Thompsonschen Sinne auf Grund der neueren Fortschritte ist das vorliegende Werk — recht eigentlich als einzigen Schwerpunkt des Gebietes ansieht. Hiervon abgesehen, ist der Behandlung des Stoffes nur beizustimmen; es werden alle wichtigen Punkte unter verhältnismäßig reichlicher Benutzung mathematischer Entwicklungen an der Hand von Beispielen genau durchgesprochen, auch die Abbildungen sind, wenn auch einfach und zuweilen etwas derbe, doch klar und zweckentsprechend. Das Werk ist allen denen zu empfehlen, die sich ohne Eingehen

auf Konstruktionsdetails über die theoretischen und experimentellen Grundlagen des Dynamobaus in der Gegenwart orientieren wollen. Dem Buche angehängt sind ein Register der gebrauchten Bezeichnungen (S. 499—503), ein Verzeichnis der vorkommenden Gleichungen (S. 504—511) und ein Sachregister (S. 512—515); bei den Bezeichnungen sind große und kleine lateinische und griechische Buchstaben benutzt, die noch außerdem, je nachdem die betr. Größen in absolutem Maße gemessen sind, durch fetten Druck unterschieden werden, was Ref. nicht für sehr zweckmäßig hält, während deutsche (gotische) Buchstaben, die doch für die magnetischen Größen in manchen wichtigen Werken (z. B. Dubois, Magnetische Kreise) ausschließlich angewendet werden und auch in der neuesten Auflage von Kohlrauschs „Lehrbuch der praktischen Physik“ Eingang gefunden haben, gar nicht berücksichtigt sind. Das Sachregister hätte erheblich ausführlicher sein können; ein Namenregister fehlt.

W. Biegon von Czudnochowski.

**Grundlagen und Methoden der elektrischen Wellentelegraphie** (sog. drahtlose Telegraphie). Von Dr. A. Voller. 52 S., 17 Fig. Hamburg und Leipzig. Leopold Voß 1903. M 1,80.

Das Heft ist die erweiterte Wiedergabe des Vortrages, den der Verf. auf der 74. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad 1902 gehalten hat. Den Inhalt bildet neben einer ganz allgemeinverständlich gehaltenen Erörterung der in der Funkentelegraphie zur Anwendung kommenden elektrischen Erscheinungen eine Besprechung der Systeme Braun-Siemens und Slaby-Arco; sie wird unterstützt durch eine Reihe von Abbildungen, die zum Teil nach Photogrammen angefertigt sind. Nicht richtig sind die Bemerkungen des Verf. über die Priorität Varleys für die Fritterwirkung (S. 23), vielmehr ist dieselbe bereits von Munck af Rosenschöld 1838, Hughes 1879 und Calzecchi-Onesti 1884/85 beobachtet und untersucht worden.

W. B. v. Czudnochowski.

**Elektrotechnische Wandtafeln.** Von C. Sternstein, Lehrer in Magdeburg. 2. Serie. No. VII—XII, einzeln M 2, zusammen M 10, aufgezogen auf Leinwand bzw. M 3,50 und M 19.

Die erste Serie dieser Tafeln, die in der Größe 70 cm  $\times$  90 cm ausgeführt sind, ist bereits 1901 (d. Zeitschr. XIII 113) angezeigt. Die vorliegende zweite Serie behandelt: Elektrisches Licht — Mikrophon und Fernsprechanlage — Induktionsapparat — Meßapparate und Gleichstromanlage — Wechselstrombetrieb — Drehstromanlagen. Die Zeichnung auf den Tafeln ist im ganzen klar und übersichtlich, auch die Auswahl des Stoffes ist zweckmäßig. Auf Tafel VII hätte die mechanische Regulierung der Bogenlampe etwas mehr angedeutet werden können; auf Tafel X konnten außer den Maschinensicherungen auch die Stöpselbleisicherungen angegeben sein; auf Tafel XII sind die Phasen des Drehstroms ungleich belastet, was durch Zufügung einer dritten Glühlampe zu vermeiden gewesen wäre. Die Tafeln stellen im übrigen ein brauchbares und recht empfehlenswertes Unterrichtsmittel dar. Selbstverständlich ist, wie auch der Verfasser hervorhebt, daß diese Tafeln die Vorführung der Apparate nicht ersetzen, sondern der Vorführung der Versuche zur Seite treten sollen, um ein klareres Verständnis der Vorrichtungen wie der Vorgänge zu erzielen. Eine beigegebene Schrift desselben Verfassers (die Elektrizität im Dienste des Menschen. 2. Teil mit 84 Textabbildungen und verkleinerten Abbildungen der Tafeln, 124 S. M 2,50) enthält eine zusammenfassende Darstellung des gesamten Unterrichtsstoffes, soweit er mit den Tafeln in Zusammenhang steht. Zu S. 50 ist zu bemerken, daß Netzspannungen von 65 Volt nur ganz ausnahmsweise vorkommen, auch 110 Volt sind zur Zeit nicht mehr so häufig, wie 220 Volt; die normale Bogenlampenspannung ist 40 (nicht 45) Volt. Neben der Nernstlampe hätte (S. 52) auch die Bremerlampe Erwähnung verdient.

P.

**Anleitung zu 30 der wichtigsten Schulversuche mit dem Differential- und Doppel-Thermoskop.**

Von Bruno Kolbe Verlag von Ferdinand Ernecke in Berlin und Max Kohl in Chemnitz, 1903. 34 S.

In diesem Schriftchen sind die Versuche zusammengestellt, die der Verfasser in dieser Zeitschrift (XV 333) beschrieben hat, und es ist eine Reihe von neuen Versuchen hinzugefügt, unter denen solche über manometrische Wirkungen besonders hervorzuheben sind. Ein Versuch über den manometrischen Nachweis der Reflexion von Schallwellen, angeblich nach Trussewitsch, rührt einer berichtigenden Mitteilung des Verfassers zufolge von F. J. Rostowzew her und beruht auf dem auch von Szymański benutzten Prinzip des Kundtschen Ventils; von Trussewitsch stammt die dabei angewandte Modifikation des Kundtschen Manometers. Das Schriftchen wird bei der Benutzung der Kolbeschen Apparate gute Dienste leisten.

P.

**Jahrbuch der Chemie.** Herausgegeben von Richard Meyer, Braunschweig. XII. Jahrgang 1902. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1903. XII u. 544 S. Geb. M 15.

Mit bewunderswerter Pünktlichkeit ist der neue Jahrgang des vortrefflichen Jahrbuches wieder auf dem Plan erschienen. Abgesehen von einigen Änderungen im Mitarbeiterkreis — es sind die

Herrn Prof. Alfred Werner in Zürich, Dr. Fr. Quincke in Leverkusen, Prof. P. Friedländer in Wien hinzugetreten — bewegt sich die Bearbeitung des neuen reichen Stoffes in dem altbewährten Rahmen. Die reine und die angewandte Chemie sind gleichermaßen berücksichtigt. Die Freunde der Photographie finden beispielsweise einen vorzüglichen Überblick über alle Erfindungen des letzten Jahres, der — wie dies für alle Gebiete gilt — mit den genauesten Literaturnachweisen versehen ist. Durch die starke Berücksichtigung der Technik empfiehlt sich das Buch auch besonders für die Anschaffung seitens der Bibliotheken der Reallehranstalten. O.

**Jahrbuch der Chemie. Generalregister** über die Jahrgänge 1891 bis 1900. Bearbeitet von W. Weichert, Coblenz. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1903. 319 S. Geb. M 11.

Gleichzeitig mit dem oben angezeigten neuen Jahrgange wird von der Verlagshandlung das Generalregister über die ersten 10 Bände des Jahrbuches herausgegeben. Es ist für alle Besitzer früherer Jahrgänge eine willkommene Gabe und erscheint in seinen beiden Teilen, dem Autoren- und dem Sach-Register, gleich sorgfältig bearbeitet. O.

**Natur und Kultur.** Zeitschrift für Jugend und Volk. Schriftleitung Dr. Frz. Jos. Völler. Herausgeber und Verleger Deutscher Zeitschriften-Verlag G. m. b. H. München-Nymphenburg. Monatlich 2 Hefte. Preis vierteljährlich M 2 —.

Die neue Zeitschrift will vornehmlich der naturwissenschaftlichen Belehrung dienen und führt sich in den ersten zwei Heften (1. und 15. Oktober 1903) recht vorteilhaft ein. Ein größerer Aufsatz von Ruhmer über das Selen und die Lichttelephonie ist durch 39 Figuren aufs anschaulichste erläutert. In der Rundschau findet sich auch ein biographischer Artikel aus der Feder J. Kleibers über unseren Mitarbeiter Bruno Kolbe anlässlich seines 25jährigen Dienstjubiläums. Wir wünschen der Zeitschrift weite Verbreitung und reichen Erfolg. P.

### **Programm-Abhandlungen.**

**Die Theorie des Elektrophors.** Von Oberlehrer Dr. Otto Geschöser. Königl. Gymnasium zu Oels. Ostern 1903. 12 S. Progr.-No. 235.

Der Verfasser verwirft die landläufige Erklärung für die Wirkungsweise des Elektrophors, da hiernach die Elektrizitäten des Schildes und der Elektrophorplatte sich bei gegenseitiger Berührung umso mehr ausgleichen müßten, je vollständiger die Berührung der beiden Platten ist, während tatsächlich die Wirkung des Elektrophors um so besser ist, je inniger die Berührung von Elektrophorplatte und Schild ist. Es wird die neue Theorie auf folgendem Versuch aufgebaut: Wenn man auf der Elektrometerstange eines Elektrometers statt des üblichen Knopfes eine flache eiserne, mit Quecksilber gefüllte Schale anbringt und nun an isolierendem Stiele eine unelektrische Hartgummiplatte auf die Quecksilberoberfläche setzt, so zeigt beim Abheben der Hartgummiplatte das Elektrometer eine negative Ladung an, während die abgehobene Platte positiv ist. Hieraus wird gefolgert, „daß die Elektrizität einzig und allein durch die Trennung der beiden sich unmittelbar berührenden Körper erzeugt wird“.

Dieser Versuch, der nach Angabe des Verfassers mit anderen Platten aus Glas, trockenem Holz, trockenem Kartonpapier, Siegellack, Paraffin, Glimmer, Schwefel im wesentlichen dieselben Resultate gibt, die sich nur durch die Größe des Ausschlages unterscheiden, der übrigens an verschiedenen Tagen verschieden ist, bildet die Umkehrung eines Elektrophors. Versieht man die aufgesetzte Hartgummiplatte mit einer auf dieselbe gelegten Scheibe aus Metall, die während des Abhebens der Hartgummiplatte vom Quecksilber ableitend berührt wird, so ist der Ausschlag des Elektrometerblättchens fast doppelt so groß, wie ohne die Metallaufgabe. Der Verfasser begründet diese Erscheinung damit, „daß die durch die Trennung zweier Körper erzeugten Elektrizitäten das Bestreben haben, sich gegenseitig auszugleichen und so die Störung des elektrischen Gleichgewichts sofort wieder aufzuheben“, daß man aber durch die mit der Erde leitend verbundene Metallplatte die Spannung der abgehobenen Platte ganz bedeutend vermindern kann, wodurch ein geringerer Ausgleich der Elektrizitäten stattfindet.

Der Verfasser ersetzt dann das Quecksilber durch eine wohlgeebnete Kupferplatte und dann durch eine ebensolche Zinkplatte und findet, daß eine aufgesetzte und abgehobene Glasplatte bei der Kupferplatte einen größeren Ausschlag des Blättchens erzeugt als bei der Zinkplatte. Hierauf wird die Erklärung des Voltaschen Fundamentalversuches gegründet. „Da Kupfer gegen Glas eine bedeutend größere Spannungsdifferenz ergibt, als Zink gegen Glas, so muß notwendigerweise bei der Trennung einer Kupferplatte von einer sie berührenden Zinkplatte die erstere eine ziemlich starke negative, die letztere eine ebenso große positive Ladung erhalten“. Der Verfasser schließt hieraus weiter: „Von einer chemischen Wirkung zwischen den Metallen kann dabei ebensowenig die Rede

sein, wie von einer solchen bei der Berührung der Glasplatte mit der Metallplatte“. Zum Schluß wird noch versucht, die Elektrolyse „möglicherweise“ aus den Versuchen zu erklären.

Nach Ansicht des Referenten ist es als mindestens gewagt zu bezeichnen, aus dem beschriebenen „grundlegenden Versuche“ mit dem Elektrometer so weitgehende Schlüsse zu ziehen. Referent hat diesen Versuch oftmals wiederholt und beobachtet, daß die Größe des Ausschlages, der sich in der Tat meistens ergibt, nicht allein von Tage zu Tage oder vielmehr bei jedem Versuche ein anderer ist, sondern daß auch das Vorzeichen der Ladung bald positiv, bald negativ ist. Ließ man die erregende Hartgummiplatte längere Zeit unberührt liegen, so zeigte sich beim Aufsetzen und Abheben derselben fast nie ein Ausschlag. Wenn man dann die Platte durch eine Flamme führte und setzte sie wieder auf, so zeigte sich gewöhnlich ein großer Ausschlag, der aber auch in Betreff des Vorzeichens unsicher war. Welches die Ursachen der erwähnten Elektrizitäts-erregung sind, mag dahingestellt bleiben, jedenfalls erfordert der Versuch erst eine gründliche Untersuchung, ehe man aus demselben das ganze Geheimnis der Elektrisierung wird erklären können.

*E. Grimschl.*

**Kurze Geschichte des Schiffskompasses.** Von Friedrich Bradhering. Kgl. Wilhelms-Gymnasium zu Magdeburg, Ostern 1903. 24 S. Mit Abbildungen. Pr.-Nr. 266.

Die Abhandlung bringt sorgfältige und genaue Mitteilungen aus einem Gebiet, das in den Physiklehrbüchern nur gestreift zu werden pflegt und doch das größte Interesse auch in physikalischer Hinsicht beanspruchen kann. Aus der ältesten Zeit (bis 1500) wird u. a. der Anteil der Chinesen an der Erfindung erörtert und der Grund für die feste Verbindung der Nadel mit der Strichrose auseinandergesetzt. In die Zeit von 1500 bis 1800 fällt die Entdeckung der Veränderlichkeit der Deklination (durch Kolumbus), die Entdeckung der Inklinatation (Georg Hartmann), die Zusammenstellung von Isogonen (Halley) und Isoklinen (Wilke). Um das Jahr 1800 wird durch Flinders die Deviation entdeckt, d. h. die Beeinflussung der Nadel durch die Eisenmassen des Schiffes. Die Entwicklung der Lehre von der Deviation schließt ab mit den Formeln von Archibald Smith (1843–46). Um die Kompensation der Deviation sehen wir Physiker ersten Ranges wie Airy und W. Thomson sich bemühen. Von der komplizierten Konstruktion der neueren Kompassse, um deren Vervollkommnung besonders die englische Admiralität große Verdienste hat, wird ein interessanter Abriss gegeben und zum Schluß auf die Pflege des Kompaßwesens im Deutschen Reich hingewiesen.

*P.*

**Über die normale Elektrizität der Atmosphäre.** Von Rudolf Schroeder. Gymnasium zu Friedenau. Ostern 1903. 16 S. Pr.-Nr. 80.

Die Abhandlung enthält eine lesenswerte Übersicht über die neueren Forschungen bezüglich der Lufterlektrizität. Nach einer historischen Einleitung über die verschiedenen Methoden zur Messung der Lufterlektrizität beschreibt der Verf. eingehend die Verwendung des Exnerschen Elektrometers und empfiehlt, den Apparat für den Unterricht anzuschaffen, zumal er auch zur Projektion anderer als lufterlektrischer Versuche gut verwendbar ist. Es werden darauf einige der hervorragenderen Theorien der Lufterlektrizität auseinandergesetzt und insbesondere auf die von Elster und Geitel begründete Ionen-theorie der atmosphärischen Elektrizität näher eingegangen, deren weitere Ausbildung mit der Erforschung der Leitfähigkeit der Luft und ihrer radioaktiven Eigenschaften eng zusammenhängt. Ein Literaturnachweis von 39 Nummern ist der Abhandlung hinzugefügt.

*P.*

**Überblick über die Theorien vom Wesen der Elektrizität.** Von Karl Schulze. Kgl. Gymnasium zu Erfurt. Ostern 1903. Pr.-Nr. 273.

An eine kurze Darlegung der älteren Theorien schließt der Verf. einen gedrängten Überblick über die Faraday-Maxwellsche und die Elektronentheorie. Die Abhandlung ist besonders im Hinblick auf Schüler geschrieben, die in den gebräuchlichen Lehrbüchern über die neueren Theorien so gut wie nichts finden. Doch dürften für die Schule vorwiegend nur die Hertz'schen Forschungen über die Ausbreitung der Strahlen elektrischer Kraft durch das Dielektrikum in Betracht kommen.

*P.*

**Die Elemente der Mechanik vom Standpunkte des Hamiltonschen Prinzips (Teil I).** Von Dr. Karl Hollefreund. Mit 2 Tafeln. Luisenstädt. Realgymnasium in Berlin, 1903. Prog.-Nr. 110. 27 S. 4<sup>o</sup>.

Der Verf. beabsichtigt, ausschließlich mit Hilfe des Hamiltonschen Prinzips eine Reihe einfacher, aber möglichst mannigfaltiger Aufgaben der Mechanik zu behandeln. Jenes Prinzip wird in der von Helmholtz erweiterten Form zu Grunde gelegt. Folgende Themen werden einwandfrei durchgeführt: die drei Newton'schen Axiome; Kreisbewegung; mathematisches Pendel; Doppelpendel; schiefe Ebene; Druck auf eine Unterlage; Atwoodscher Fallapparat; mathematischer Hebel; Bewegung auf einer horizontal beweglichen schiefen Ebene; Poggendorff'scher Fallapparat; Bewegung eines Punktes, der gezwungen ist, auf einer festen Linie oder Fläche zu bleiben; Raumpendel; Zentrifugalpendel; physisches Pendel; Stoß. Diesen besonderen Aufgaben ist der Versuch veran-geschickt, die Grundlagen

der Mechanik nur aus den Begriffen von Raum, Zeit und Energie abzuleiten. Der Verf. sagt aber sogleich am Anfange: „Da die Energie nicht direkt sinnlich wahrgenommen wird, so muß festgesetzt werden, was wir darunter verstehen wollen. Wir benutzen dazu den Kraftbegriff, soweit er uns durch den Muskelsinn unmittelbar gegeben ist, wenn wir mechanische Vorgänge durch unsere Muskelstätigkeit hervorrufen. Dabei wird auf die Beschleunigung des bewegten Körpers kein Bezug genommen.“ Es wird auch in der Tat dann zuerst der bezeichnete Kraftbegriff entwickelt und als Kraftereinheit die Schwere von 1 kg festgesetzt, danach das Maß der Arbeit und daraus das Maß der Energie bestimmt, womit die Energie überhaupt erst definiert ist, da der einige Nummern früher vorausgeschickte Satz: „Die Fähigkeit, äußere Wirkungen hervorzubringen, bezeichnen wir als die Energie eines Systems“ nicht als Definition gelten kann. Die Mechanik ist so nicht auf Raum, Zeit und Energie, sondern auf Raum, Zeit und Kraft zurückgeführt. Und diese Kraft ist, obwohl bei der Bildung ihres Begriffes die Hertz'sche Kraftdefinition von Einfluß gewesen zu sein scheint, doch durchaus die Newton'sche. Denn wenn wir aus unseren Druck- und Zugempfindungen einen Kraftbegriff abstrahieren, so stellen wir uns immer etwas Bewegungsbestimmendes vor, und wenn man, wie es der Verf. tut, um zu einem Maße der Kraft zu gelangen, vom Gleichgewicht ausgeht, hat man dieses als verhinderte Bewegung zu denken und erhält daher in der einzelnen Kraft wieder Bewegungsbestimmendes. Das Bewegungsbestimmende ist aber im letzten Grunde stets auch beschleunigungsbestimmend, da es ein Anwachsen der Geschwindigkeit von Null oder von einem anderen Werte an hervorbringt. Der Kern der Sache ist eben, daß man den Begriff der Energie nicht direkt aus der Erfahrung entnehmen kann. Er ergibt sich immer erst aus der Zusammensetzung anderer Begriffe.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Kritik des Newton'schen Gravitationsgesetzes.** Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Staats-Realschule Karolinenthal in Prag. 1903. 60 S. 8°.

Der Verf. stellt übersichtlich und eingehend alle astronomischen und geodätischen Beobachtungen und Rechnungsergebnisse zusammen, die auf die Frage nach der Genauigkeit und der Tragweite des Newton'schen Gravitationsgesetzes Bezug haben. Sowohl die Vergleiche der Folgerungen aus dem Newton'schen Gesetze mit den unmittelbaren Tatsachen, die sich mit größerer oder geringerer Sicherheit an der Abplattung der Erde, an der sogenannten Lotabweichung, an Ebbe und Flut, an der Umlaufbewegung des Mondes, an den Bewegungen der Planeten und Satelliten und ihren gegenseitigen Störungen, an den Bewegungen der Kometen und der Doppelsterne ausführen lassen, wie auch die Versuche, die ohne weiteres unerklärlichen Bewegungsanomalien des Merkur, des Mondes und des Enckeschen Kometen im Einklange mit Newton oder durch Abänderung seines Gravitationsgesetzes zu erklären, kommen zur Sprache. Eine bestimmte Entscheidung darüber, ob oder wie weit das Newton'sche Gesetz als genau anzusehen sei, ob es einer Modifikation bedürfe und über eine solche schon ein endgültiges Urteil gefällt werden könne, wird nicht versucht. Um so schätzenswerter ist die Arbeit des Verf. als Grundlage zu einer künftigen derartigen Entscheidung. Es sei noch bemerkt, daß sie die populäre Bearbeitung einer mehr fachmäßigen Abhandlung ist, die der Verf. für den sechsten Band der „Enzyklopädie der math. Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen“ geschrieben hat.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Beiträge zur mathematischen Geographie. I.** Von Prof. Dr. Schmidt. Großherzogl. Ostergymnasium in Mainz, 1903. Progr.-Nr. 727. 14 S. 4°.

Die bekannte Methode, mit Hilfe einer horizontal gehaltenen Uhr, deren Stundenzeiger nach der Sonne gerichtet ist, die Nord-Süd-Linie zu bestimmen, kann, auch wenn die Uhr nach Ortszeit geht, nicht genau sein, weil die Bewegungen des Zeigers und der Sonne in verschiedenen Ebenen erfolgen. Es wird daher ausführlich untersucht, welchen Fehler man dabei jedesmal je nach der Stunde, dem Tage und der geographischen Breite begeht, besonders wird auch ermittelt, wie groß der Fehler im ungünstigsten Falle an einem Tage und während des Jahres ausfällt. Die speziellen Zahlenwerte, die aus den Formeln berechnet werden, beziehen sich auf die geographische Breite von Mainz.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Airys elementare Theorie der Planeten- und Mondstörungen (II. Teil).** Von Prof. Balduin Schöne. Stadt. Realgymnasium in Borna, 1903. Progr.-Nr. 628. 70 S. 4°.

Die Abhandlung, deren erster Teil im Jahre 1895 erschienen ist, behandelt so ausführlich, wie es sich ohne schwierige mathematische Betrachtungen und Rechnungen ermöglichen läßt, in klarer und allgemein verständlicher Weise und durch Figuren erläutert folgende Gegenstände: 1. die Störungen der Mondbewegung, soweit sie vom Stande der Sonne abhängen; 2. die Störungen, die davon abhängen, ob sich der Mond im einen oder im anderen Endpunkte der großen Achse seiner

Bahn, oder ob er sich in dem einen Endpunkte der kleinen Achse befindet, also die Bewegung der Apsidenlinie und die Änderungen der Exzentrizität der Mondbahn; 3. die Beschleunigung der mittleren Bewegung des Mondes; 4. die Theorie der Jupitermonde; 5. Ungleichheiten der Planetenbewegung, die den Störungen des Erd- und der Jupitermonde ähnlich sind; 6. die langen Ungleichheiten von Jupiter und Saturn; 7. die säkularen Variationen der Elemente der Planetenbahnen; 8. die Störung der Neigung und der Lage der Knoten bei dem Erdmonde, den Planeten und den Jupitermonden; 9. die Wirkung der Abplattung der Planeten auf die Bewegung ihrer Monde.

Paul Gerber, Stargard.

## Versammlungen und Vereine.

### 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Kassel 1903.

#### I. Allgemeine Sitzungen.

In der 1. allgemeinen Sitzung, am Montag, den 21. September hielt, nach den üblichen Begrüßungsansprachen, Herr Prof. Dr. LADENBURG (Breslau) den ersten Vortrag über den „Einfluß der Naturwissenschaften auf die Weltanschauung.“ Der Inhalt des Vortrages ist bereits durch die Tageszeitungen allgemein bekannt geworden<sup>1)</sup>.

Hierauf sprach Professor ZIEHEN (Utrecht) über: „Die physiologische Psychologie der Gefühle und Affekte.“ Die Erforschung psychologischer Vorgänge beruhte früher nur auf Definitionen; Definitionen sind zwar gute Lehrmittel, aber keine Untersuchungsmittel. Redner führt aus, daß die psychologischen Vorgänge uns in dreifacher Weise entgegenreten: 1. als Reiz, 2. als Gehirnrindenerregung, 3. als wahrnehmbarer Affekt. Hiermit seien drei psychologische Forschungsreihen gegeben. Die Theorie von James Lang und die Darwinsche sogenannte Bilanztheorie werden eingehend besprochen. Letztere, welche auf der Einnahme und Ausgabe unserer Ganglienzellen beruht, lehrt, daß dann, wenn beide Prozesse im Gleichgewicht sind, positive oder Lustaffekte, bei Störung des Gleichgewichts aber negative oder Unlustaffekte auftreten. Nach Ansicht des Vortragenden sind alle Affekte an die Gehirnrinde gebunden. Die Affekte begegnen uns nirgends losgelöst von Empfindungen und Vorstellungen. Es ist noch nicht gelungen, ein Affektzentrum im Gehirn zu finden. Das Wesen der Affekte beruht nicht auf dem Grade der Erregbarkeit, sondern auf dem der Entladungsbereitschaft. Die Anzahl der negativen Affekte ist größer als die der positiven. Auch die Sprache hat mehr Worte für Unlustaffekte als für Lustaffekte.

In der 2. allgemeinen Sitzung, Freitag, den 25. September, sprach Herr W. RAMSAY (London) über: „Das periodische System der Elemente.“ Die Versuche, die Elemente unter Benutzung ihrer Atomgewichte so zu gruppieren, daß ihre physikalischen oder ihre chemischen Eigenschaften zum Ausdruck kämen, seien zurückzuführen auf den ersten Versuch von Johnston Stoney aus dem Jahre 1863. Doch müsse man alle Versuche, aus den Atomgewichten Gesetzmäßigkeiten abzuleiten, als fehlgeschlagen betrachten. Die Differenz der Atomgewichte solcher Elemente, welche verwandte chemische Eigenschaften haben, sei durchaus nicht absolut konstant. Auch die physikalischen Eigenschaften, z. B. das Brechungsvermögen, stimmten mit keiner vollständigen Regelmäßigkeit in der Zunahme der Atomgewichte überein. Nach Entdeckung der inaktiven Bestandteile der Atmosphäre habe Redner gehofft, das periodische System der Elemente wenigstens für diese Elemente festlegen zu können, doch seien auch diese Versuche ohne Erfolg geblieben. Hierauf verbreitete sich Redner weiter über die Frage nach der Konstanz der Atomgewichte. Bei der Variabilität anderer Eigenschaften der Körper im Universum hält er auch die Variabilität des Atomgewichtes nicht für ausgeschlossen. Die eigentümlichen Strahlungserscheinungen des Urans, des Radiums und des Thoriums, also gerade der Elemente, die die größten Atomgewichte haben, werden auf einen Zerfall der Atome zurückgeführt. Überraschend war die Mitteilung, daß das Uran sich fortwährend in Radium verwandle, welches dauernd die Emanationen ausstrahle. Letztere Emanationen sind vom Vortragenden unter Verwendung von flüssiger Luft, also bei niedriger Temperatur, in konzentrierbarer Menge in einem Glasrohr aufgefangen worden. Drei Tage nach Abschluß des Rohres haben sich dann die Emanationen in Helium verwandelt (vergl. dieses Heft, S. 357). Man müsse hier zu der Überzeugung kommen, daß „alles fließt“. Redner schließt mit den Worten des Sokrates: „Ich weiß, daß ich nichts weiß“.

Als zweiter Redner spricht Herr GRIESBACH (Mülhausen i. E.) über den „Stand der Schulhygiene.“ An der Hand sehr reichhaltigen statistischen Materials bespricht derselbe die Mängel der

<sup>1)</sup> Anmerkung der Redaktion. Wir geben der Überzeugung Ausdruck, daß der Vortragende durch seine die Kompetenz der Naturforschung überschreitenden Ausführungen die Interessen des naturwissenschaftlichen Unterrichtes mehr geschädigt als gefördert hat.



Schulgebäude und Schuleinrichtungen, die Frage der Schulärzte und das Gebiet der eigentlichen Unterrichtshygiene. Auf die Einzelheiten des Vortrages kann hier nicht näher eingegangen werden. In Betreff der Unterrichtshygiene sei die Forderung aufzustellen, daß erstens die Hauptarbeit des Unterrichts in die Schule und nicht ins Haus gelegt werden müsse, ferner sei eine Verminderung des Lehrstoffes auf allen Gebieten unbedingt erforderlich. Auch vom schulhygienischen Standpunkte wird die „Totfütterung“ eines 9jährigen Jungen, der seine Muttersprache noch nicht ordentlich beherrscht, mit 9 wöchentlichen Stunden Latein verurteilt. Neue Unterrichtsgegenstände dürfen erst dann eingeführt werden, wenn man den Lehrstoff in anderen Fächern entsprechend vermindert hat. Die Einführung der Biologie in die höheren Klassen der Schulen werde wohl erst dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn der Schulrat selbst Biologe sei. In Mathematik müsse ebenfalls eine Reduktion des Stoffes eintreten. Die Frage, ob man den Religionsunterricht dem Hause überlassen solle, wurde gestreift, aber nicht zur Entscheidung geführt. Zum Schluß sprach sich Redner noch über die Entbehrlichkeit des Abiturientenexamens aus, in welchem der Schulrat nur das zu sehen bekomme, was dressiert, aber nicht das, was geleistet wird.

Als dritter und zugleich letzter Redner sprach Herr v. BEHRING (Marburg) über die „Tuberkulosebekämpfung“. Redner hält die Aussichten für eine Niederkämpfung der Tuberkulose für durchaus nicht ungünstig. Doch sei wohl zu unterscheiden zwischen Tuberkulose und Schwindsucht. Es sei eine tuberkulöse Infektion nicht identisch mit der Anwartschaft auf unvermeidliches Siechtum und qualvolles Ende. Größere Rinderbestände seien mit durchschnittlich 60 Prozent tuberkulös, trotzdem hält Redner die Ausrottung der Rindertuberkulose nur noch für eine Frage der gewissenhaften und technisch einwandfreien Ausführung seiner Schutzimpfung. Es scheine auch berechtigte Hoffnung vorhanden zu sein, daß wir in der Immunmilch ein Kampfmittel gegen die menschliche Tuberkulose haben, das mit keinem der bisher bekannten Tuberkulosemittel zu vergleichen sei; doch erfolge die Abgabe solcher Immunmilch an Privatpersonen nicht eher, als bis die Wirkung unzweifelhaft feststehe. Hierauf verbreitet sich Redner über die Häufigkeit der Tuberkulosefälle beim Menschen. Nach Untersuchung von Naegeli in Zürich sei von Personen, die im Alter von mehr als 30 Jahren gestorben seien, keine einzige Leiche frei von Tuberkulose gewesen. Aber gerade die große Zahl der Tuberkulose-Infektionen sei geeignet, die spontane Heilbarkeit vieler tuberkulöser Erkrankungen zu beweisen. Redner glaubt nicht an eine Vererbung der Tuberkulose, die menschliche Tuberkulose entstehe in der Regel postgenital. Die Säuglingsmilch sei die Hauptquelle für die Schwindsuchtsentstehung, weil der Säugling in seinem Verdauungsapparat der Schutzvorrichtungen entbehrt, die beim erwachsenen Menschen das Eindringen der Krankheitserreger in die Gewebssäfte verhindern. Es sei in erster Linie dafür zu sorgen, daß die Kinder in jugendlichem Alter unter allen Umständen tuberkelfreie Milch bekommen. Auch erwachsene Personen seien besonders dann von hustenden Phthisikern fernzuhalten, wenn sie wissen oder fürchten müssen, daß der Verdauungsorganismus Defekte in der schützenden Epitheldecke aufweist, daher seien die Tuberkuloseheilstätten als Schwindsuchtschutzstätten, wenn auch nicht als Heilstätten segensreich. Die Bemühungen des Vortragenden, ein sicheres Schutzmittel gegen Tuberkulose zu finden, welches der Jennerschen Schutzpockenimpfung an die Seite gestellt werden könne, seien noch nicht zum Abschluß gekommen, schienen aber durchaus nicht aussichtslos zu sein.

## II. Gemeinschaftliche Sitzungen der beiden Hauptgruppen *am Mittwoch, den 23. September.*

Herr Dr. SCHWALBE (Straßburg i. E.) sprach über: „Die Vorgeschichte des Menschen.“ Die jetzt lebenden Menschen, wie die der neolithischen Periode sind so einheitlich organisiert, daß man ihnen einen einheitlichen Ursprung zuerkennen muß. In der Diluvialzeit finden wir eine besonders in der Schädelform abweichende Menschenform, den Neanderthalmenschen. Die Existenz des Menschen in der Tertiärzeit wird auf Grund von Funden primitivster Steinwerkzeuge in den tertiären Schichten vermutet, doch sind Skeletteile des Menschen hier noch nicht gefunden. Der von Dubois in Java in jüngsten Tertiärschichten aufgefundene Pithecanthropus habe wahrscheinlich auch aufrechten Gang gehabt, man könne den Pithecanthropus als ein intermediäres Wesen betrachten. Die Anknüpfung der zum Affen führenden Entwicklungsreihe müsse beim fossilen Affen gesucht werden, von denen der in der Miocänzeit lebende Dryopithecus allein in Betracht käme. Die jetzt noch vielfach lebenden menschlichen Zwergrassen können, da sie ganz die Schädelbildung des Homo sapiens besitzen, nicht als seine Vorläufer angesehen werden. Die Unvollständigkeiten des gegebenen Entwicklungsbildes können erst auf Grund weiterer paläontologischer Funde beseitigt werden.

Darauf sprach Herr ALSBERG (Kassel) über: „Erbliche Entartung infolge sozialer Einflüsse.“ Redner betrachtet als wichtigstes Moment der erblichen Entartung den Umstand, daß die

Auslese, die bei Naturvölkern durch Ausmerzung aller minderwertigen Elemente die Rasse stark und kräftig erhält, bei den Kulturvölkern in Wegfall kommt. Die Kriege dezimieren bei den Nationen nur die Blüte der Bevölkerung. Durch die Wehrpflicht werden die kräftigen Männer erst später zur Gründung einer Familie kommen, als der schwächliche Mensch, weshalb letzterer gewöhnlich einen stärkeren Nachwuchs hat. Gewisse Berufe schreiten entweder gar nicht (Zölibat bei katholischen Geistlichen) oder nur in geringem Prozentsatz (Offiziere nur 15 bis 20 %) zur Ehe. Die vom Lande nach der Stadt verziehenden Männer verheiraten sich entweder gar nicht oder erst im vorgeschrittenen Lebensalter und produzieren daher eine weniger zahlreiche minderwertige Nachkommenschaft. Der Alkoholismus wird als starke Ursache erblicher Entartung gekennzeichnet. Das Anwachsen der Häufigkeit von Nerven- und Geisteskrankheiten wird auf die durch soziale Einflüsse bedingte erbliche Entartung zurückgeführt. Beim weiblichen Geschlecht zeigt sich die Rassenverschlechterung erstens in der Zunahme der nur mit geburtshilflichen Mitteln verlaufenden Geburten und in der zunehmenden Unfähigkeit der Frauen, ihre Kinder zu stillen. Redner bespricht die Maßnahmen, die zur Hebung der geschilderten Mißstände unerlässlich sind. Das sind erstens die Bekämpfung des Alkoholismus und der Erlaß von Bestimmungen zur Beibringung eines Gesundheitsattestes als Vorbedingung für das Eingehen einer Ehe.

Den dritten Vortrag hielt Herr CONVENTZ (Danzig) über „Erhaltung der Naturdenkmäler“. Der Vortragende entwarf ein Bild von den Verwüstungen, die der Mensch und seine Kultur in der Natur hervorbringen. Sowohl die Tierwelt, als auch die Pflanzenwelt und die unbelebte Natur werden besonders aus finanziellen Gründen so sehr gefährdet und in ihrer Eigenart gefälscht, daß die Forderung nach Erhaltung der Naturdenkmäler volle Berechtigung habe. Um dieses Ziel zu erreichen, fordert Redner die naturforschenden, die Verschönerungs- und Touristenvereine zur Mitarbeit auf. Auch die Gemeindeverwaltungen können segensreich wirken, indem sie z. B. verbieten, daß gewisse Gewächse auf den Markt gebracht werden. Endlich redet der Vortragende der Einbringung einer Gesetzesvorlage zum Schutze der Naturdenkmäler das Wort. Im Kultusministerium hat schon eine Kommission getagt, die beschlossen hat, das einschlägige Material zu sammeln. Die Versammlung nimmt darauf eine Resolution an: „Die deutsche Naturforscher- und Ärztesversammlung begrüßt dankbar die Bestrebung des preußischen Kultusministeriums, erklärt sich damit einverstanden und hegt die Zuversicht, daß diese bald zur Durchführung gelange.“

### III. Gemeinschaftliche Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe am Donnerstag, den 24. September.

Verhandlungsgegenstand: „Die naturwissenschaftlichen Ergebnisse und Ziele der neueren Mechanik.“ Es sprach Herr Schwarzschild (Göttingen): „Über Himmelsmechanik.“ Die erste Aufgabe der Himmelsmechanik besteht darin, Formeln anzugeben, welche den beobachteten Lauf der Planeten in der Schärfe der Beobachtung wiedergeben. Diese Aufgabe ist bereits durch die sogen. „klassische Himmelsmechanik“ im wesentlichen gelöst. Aus ihren Formeln würde aber, auf lange Zeiten angewandt, eine baldige Zerstörung des Planetensystems folgen. Daher ist die klassische Himmelsmechanik zu modifizieren. Lagrange hat das Problem der „Säkularstörungen“ überwunden. Die Erledigung des Problems der „Kommensurabilitäten“ fällt erst in die letzten 30 Jahre. An letzteres Problem knüpft sich die Erkenntnis periodischer und asymptotischer Bahnen, die Frage der Lücken im Asteroiden- und Saturnring und die Theorie der Libration der Jupiter- und Saturnsmonde. Auf den beiden Unterproblemen der Säkularstörungen und der Kommensurabilitäten erhebt sich dann die moderne Himmelsmechanik, welche sich als die fertige Ausbildung der Epizyklusmethode der Alten darstellt. Dieselbe scheint zu der Schlußfolgerung zu nötigen, daß das Planetensystem für alle Zeiten stabil ist. Durch Poincarés Nachweis der Divergenz der Reihen der Störungstheorie wird dieses Resultat in seiner Allgemeinheit hinfällig, doch läßt sich zeigen, daß die Veränderungen des Planetensystems unbedeutend bleiben in sehr langen Zeiträumen, für welche eine untere Grenze fixiert wird.

Dann sprach Herr SOMMERFELD (Aachen) über „Technische Mechanik“. Die neueren Bestrebungen auf technisch-mechanischem Gebiete gehen einerseits auf Sicherstellung der experimentellen Grundlagen, andererseits auf Nutzbarmachung verschärfter theoretischer Hilfsmittel aus. Die experimentelle Entwicklung der technischen Mechanik ist zum Theil erst durch Schaffung der Ingenieurlaboratorien an unseren Hochschulen ermöglicht. Die Festigkeitsuntersuchungen von Bach und die Prüfung der Erddrucktheorie im Charlottenburger Ingenieurlaboratorium durch Müller-Breslau werden besprochen. Auf die Wichtigkeit der Reibungsfragen im allgemeinen, die nur durch sorgfältige Versuchsreihen zu fördern sind, wird hingewiesen. Die Vorlesungen über technische Mechanik sollten, wie die über Physik und Chemie, durch Demonstrationsversuche unterstützt werden.

Die theoretischen Methoden der technischen Mechanik gehören teils der Statik, teils der noch wenig nach der technischen Seite hin entwickelten Dynamik an. Die Statik elastischer Systeme wird neuerdings durch den Begriff der Formänderungsarbeit beherrscht. Hier gilt besonders der Castiglianische Satz vom Minimum der Formänderungsarbeit. Die Hertz'sche Theorie über die Berührung elastischer Körper und seine Definition der Härte, Auerbachs absolute Härtemessungen und Stribeks Bestimmung der zulässigen Belastung eines Kugellagers, sowie die verschiedenen Festigkeitshypothesen werden besprochen. Bei den dynamischen Problemen des Maschinenbaues wird besonders die Schlicksche Theorie des Massenausgleichs behandelt. Als weitere dynamische Probleme werden die Kreiselwirkungen, die elastischen Schwingungen und die Theorie der Lagerreibung hervorgehoben.

An dritter Stelle sprach Herr FISCHER (Leipzig) über „Physiologische Mechanik“.

Der Vortrag beschäftigte sich mit den Gliederbewegungen der lebenden Körper, insbesondere des Menschen. Redner teilte die Probleme der physiologischen Mechanik ein in kinematische und kinetische Probleme. Von den kinematischen Problemen werden die Vorgänge beim Gelenk untersucht. Es werden die Unterschiede zwischen den im Organismus vorkommenden und den in der Technik verwendeten Gelenken besprochen. Im lebenden Körper haben wir es mit deformierbaren Gelenken zu tun. Es kommen hier nicht nur zwangsläufige Gelenke, sondern auch solche von 2 oder 3 Graden der Freiheit vor, die einzeln untersucht werden. Bei den kinetischen Problemen werden die Differentialgleichungen der Bewegung für den lebenden Körper aufgestellt, die durch Einführung gewisser Massensysteme (reduzierte Systeme) und Massenpunkte (Hauptpunkte) innerhalb der einzelnen Körperteile wesentlich vereinfacht worden. Die Hauptpunkte spielen in der Mechanik der lebenden Gelenksysteme eine ähnliche Rolle, wie der Schwerpunkt bei den Bewegungen eines starren Körpers. Es werden zwei Gruppen von kinetischen Bewegungen unterschieden. Die Aufgaben der ersten Gruppe fragen nach den Bewegungen, welche die äußeren und inneren Kräfte den einzelnen Abschnitten des lebenden Körpers erteilen. Die Aufgaben der zweiten Gruppe setzen den Bewegungszustand des lebenden Körpers als bekannt voraus und fragen nach den Kräften, welche diese Bewegungen hervorbringen. Während eine exakte Lösung der Aufgaben der ersten Gruppe zum Teil an der Unmöglichkeit der Integration der Differentialgleichungen scheitert, sind die Aufgaben der zweiten Gruppe im Prinzip immer lösbar.

Im Anschluß hieran sei erwähnt, daß die *zweite Geschäftssitzung* der Gesellschaft insofern ein besonderes Gepräge hatte, als in derselben Beschluß gefaßt werden sollte über einen Antrag des Komitees zur Förderung des biologischen Unterrichts an höheren Schulen. Es waren vom Komitee 9 Thesen aufgestellt, die die Einführung des biologischen Unterrichts begründeten und forderten. Herr Kraepelin (Hamburg) berichtete über den gegenwärtigen Stand der Bewegung für Wiedereinführung des biologischen Unterrichts und empfahl die aufgestellten Thesen zur Annahme. An das Referat schloß sich eine lebhafte Diskussion, an der sich beteiligten die Herren Klein (Göttingen), Ostwald (Leipzig), Voller (Hamburg), Nernst (Göttingen) und Schotten (Halle). Es erfolgte dann die Annahme des von Herrn Klein (Göttingen) vorgeschlagenen Vermittlungsantrages: „Die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte nimmt die Hamburger Thesen einstimmig an, mit der Maßgabe, daß sie die Frage des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts bei nächster Gelegenheit zum Gegenstand einer umfassenden Verhandlung machen wird.“

#### IV. Abteilung 12: Mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht.

Diese Abteilung, die in den letzten Jahren nicht bestanden hatte, war auf der diesjährigen Naturforscherversammlung wieder hergestellt. Doch scheint damit zugleich der endgültige Beweis geliefert zu sein, daß diese Abteilung mindestens überflüssig, wenn nicht gar nachteilig ist. Es tritt auf der Naturforscherversammlung das wissenschaftliche Element so sehr in den Vordergrund, daß für pädagogische Fragen allgemeiner Natur keine Zeit übrig bleibt. Pädagogische Fragen, die die einzelnen Zweige der Naturwissenschaften berühren, können aber auch innerhalb der Abteilung behandelt werden, die den entsprechenden Zweig der Naturwissenschaften vertritt. Dementsprechend war der Besuch dieser Abteilung für naturwissenschaftlichen Unterricht außerordentlich schwach. Von den in der Einladung zur Naturforscherversammlung angemeldeten Vorträgen kam eigentlich nur der Vortrag des Herrn KREBS (Oberelsaß) über „Pädagogik als Experimentalwissenschaft“ innerhalb der Abteilung zur Ausführung. An die Stelle der von Herrn Adamczik (Přibram, Böhmen) angemeldeten Vorträge über „Koordinatensysteme“ und „Tierkreiszone“ trat ein Referat über Adamcziks Anregungen, gehalten von Herrn VÖLLER (Kassel). Herr PRANDTL (Hannover) hielt seinen Vortrag: „Über eine einheitliche Schreibweise der Vektorenrechnung im technischen und physikalischen Unterricht nicht, wie noch Tags zuvor im Tageblatt angekündigt, in Abteilung 12, sondern in Abteilung 1: Mathematik, Astronomie und Geodäsie. Herr GRIMSEHL (Hamburg) suchte und fand

mit seinem Vortrage: „Neue physikalische Unterrichtsapparate“ Anschluß an die Abteilung 2 (Physik). Zwar wurde dieser Vortrag nominell in Abteilung 12 gehalten, tatsächlich jedoch vor Abteilung 2, die während dieses Vortrages keine Sitzung hatte. Um den Mitgliedern der Abteilung 2 die Teilnahme an letzterem Vortrage zu erleichtern, wurde er auch in den Sitzungsräumen der Abteilung 2 gehalten.

Herr GRIMSEHL sprach über „Neue physikalische Unterrichtsapparate“. Der Vortragende zeigte eine neue Polwage zur Bestimmung der Polstärke eines Magneten und zur Messung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus. (Vgl. dieses Heft der Zeitschr. S. 334.) Ferner führte er eine Glühlampenlaterne vor, die einen Ersatz bilden soll für die optische Laterne mit elektrischem Bogenlicht. Als wesentlich ist hierbei hervorzuheben, daß in der Glühlampenlaterne in den meisten Fällen eine Nernstlampe, von der die Vorwärmespirale entfernt ist, als Lichtquelle verwandt wird. Für Spektralversuche dient der leuchtende Nernstkörper unmittelbar als Spalt. Das damit erzeugte Spektrum steht an Helligkeit dem mit der Bogenlampe erzeugten nicht nach. Dann zeigte Redner Absorptionsspektren und die objektive Vorführung der Umkehrung der Natriumlinsen mit derselben Laterne. Durch ein einfaches Linsensystem wurde dann das vom Nernstkörper ausgestrahlte Licht so vereinigt, daß es als parallel erscheinendes Lichtbündel zur objektiven Darstellung aller bei Prismen und Linsen auftretenden Brechungsverhältnisse geeignet war. Da die Laterne so leicht ist, daß man sie einschließlich ihrer Linsensysteme bequem in der Hand halten und nach allen Richtungen neigen kann, so war die Vorführung der Brechung der Lichtstrahlen in einem mit Wasser gefüllten Gefäß außerordentlich leicht und überraschend. Die Erklärung der Wirkungsweise der optischen Instrumente wurde dadurch wesentlich vereinfacht, daß das auf der Netzhaut des durch ein Modell veranschaulichten Auges entstehende reelle Bild untersucht wurde. Endlich zeigte der Vortragende noch seinen, im vorigen Hefte d. Zeitschrift beschriebenen Demonstrationsapparat für die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents vor und führte innerhalb einer Minute die Bestimmung und Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents aus.

#### V. Abteilung für Physik, einschließlich Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie.

1. Sitzung, Montag, den 21. September. Herr H. RUBENS (Charlottenburg) zeigt: „Demonstrationen einiger Versuche mit Reststrahlen von Quarz und Flußspat“. Um die langwelligen Strahlen aus dem Spektrum eines strahlenden Körpers zu isolieren, hat Redner die Eigenschaft einiger Mineralien benutzt, in einem eng begrenzten Gebiete des ultraroten Spektrums metallische Reflexion zu zeigen. Redner zeigt die Ausführung dieser Art der Aussonderung langwelliger Strahlen und hebt hervor, sie sei so einfach, daß es jedem Physiker möglich sei, diese Versuche mit relativ einfachen Hilfsmitteln nachzumachen. Redner benutzt als Strahlungskörper einen Auerstrumpf, dessen durch einen Doppelschirm abgegrenztes Licht der Reihe nach von 3 Platten des reflektierenden Minerals reflektiert wird und dann durch einen versilberten Hohlspiegel auf eine Rubenssche Thermosäule fällt, die sich dadurch auszeichnet, daß sie eine sehr geringe Wärmekapazität hat, also nach der Bestrahlung sofort wieder in den Anfangszustand zurückgeht. Der erzeugte Thermostrom wird durch ein Galvanometer nachgewiesen. Unter Anwendung von Quarzplatten ist die Aussonderung von Strahlen von  $9-10 \mu$ , bei Flußspat von  $30 \mu$ , bei Steinsalz von  $60 \mu$  und bei Sylvin sogar von  $70 \mu$  gelungen. Dabei ist die Wellenlänge der Strahlen mittels eines Gitters von  $\frac{1}{3}$  mm starken Silberdrähten bestimmt. Redner demonstriert darauf die Absorptionsfähigkeit einiger Substanzen für die langwelligen Strahlen. Während Quarz von der Gesamtstrahlung des Auerbrenners ungefähr 50 %, Flußspat 25 %, Steinsalz 10 % und Paraffin beinahe alles absorbiert, zeigt sich bei Verwendung der Quarzreststrahlen folgende Absorptionsfähigkeit: Quarz absorbiert alles, Steinsalz 15 %, Paraffin 95 %. Von den Flußspatreststrahlen läßt Steinsalz fast nichts durch, während Paraffin fast die gesamte Reststrahlung hindurchläßt. Die Benutzung langwelliger Strahlen bestätigt also die von der elektromagnetischen Lichttheorie verlangte Durchlässigkeit des Paraffins.

Darauf spricht derselbe Redner über „Die optischen und elektrischen Eigenschaften der Metalle“ nach gemeinsam mit Herrn HAGEN angestellten Versuchen (Vgl. d. Zeitschr. XVI, 294). Im Anschluß hieran erwähnt Redner, daß es ihm trotz eifrigen Suchens nicht gelungen sei, mit seiner Thermosäule die von Blondlot entdeckten N-Strahlen aufzufinden. In der Diskussion trat zu Tage, daß von den anwesenden Physikern keiner von einem positiven Resultate bei der Wiederholung der Blondlotschen Versuche berichten konnte.

Herr W. NERNST (Göttingen) hielt den Vortrag: „Zur Bestimmung hoher Temperaturen“. Die hohen Temperaturen wurden dadurch erzeugt, daß ein Rohr aus reinem Iridium durch einen starken elektrischen Strom zum Glühen gebracht wurde. Mit Hilfe dieses Iridiumofens wurden unter Benutzung einer Iridiumretorte Diamantsplitter verbrannt und die Dampfdichte der sich entwickelnden

und teilweise dissoziierten Dämpfe nach der V. Meyerschen Methode bestimmt. Aus der Dampfdichte und dem Dissoziationsgrade der Dämpfe konnte die Temperatur ermittelt werden. Andererseits wurde die Temperatur nach der Strahlungsmethode durch Vergleich mit der Helligkeit eines elektrolytischen Glühkörpers von bekannter Helligkeit bestimmt. Der Schmelzpunkt des Iridiums wurde dadurch festgestellt, daß das Iridium innerhalb eines röhrenförmigen elektrolytischen Glühkörpers zum Schmelzen gebracht wurde. Um die kleinen Substanzmengen, wie z. B. die zu verbrennenden Diamantsplitter, sicher und genau zu wägen, war vom Vortragenden eine Mikrowage konstruiert, die im Prinzip einer Zeigerwage gleich, deren Drehachse aber durch einen Quarzfaden gebildet war. Die Wagschale war ein äußerst kleines Schälchen aus Platin. Der Zeiger der Wage spielte vor einem Spiegelmaßstabe, dessen Skalenwert vorher durch Wägen bekannter Gewichte bestimmt war.

Herr W. MERKELBACH (Cassel) führte im Auftrage von Herrn M. PETZOLD (Chemnitz) die „Projektion von Diapositiven mit stereoskopischer Wirkung“ vor. Die projizierten Diapositive bestanden aus zwei übereinandergelegten Chromgelatinekopien von zwei stereoskopischen Aufnahmen. Die eine dieser Kopien ist in einem Färbbade gelbrot, die andere grünblau gefärbt. Wird nun dieses Doppelbild projiziert, so entsteht auch ein in den beiden Farben erscheinendes, teilweise übereinanderliegendes gefärbtes Doppelbild. Betrachtet man dieses Doppelbild durch eine Brille, deren eines Glas grün, deren anderes rot gefärbt ist, so sieht das eine Auge nur das rote, das andere nur das grüne Bild, welche sich nun in unserer Vorstellung wegen ihrer Verschiedenheit zu dem stereoskopischen Eindruck vereinigen. Eine Reihe solcher Diapositive wurde vorgeführt. Der stereoskopische Effekt war in der Tat sehr gut. (Schluß folgt.)

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Demonstrations-Zeigerwage.

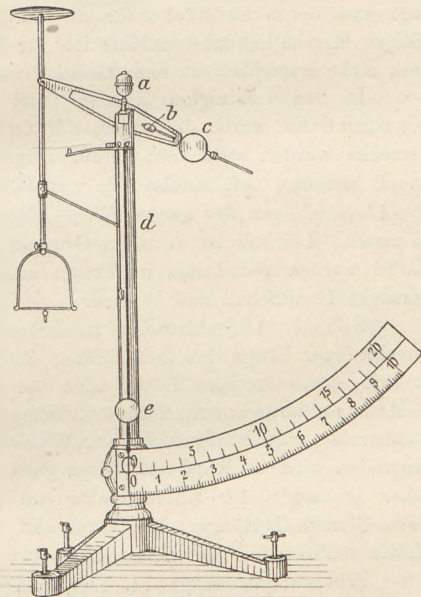
Von Mechaniker W. Schmidt, Gießen, Göttestraße 35.

An der Demonstrations-Zeigerwage wurden von obiger Firma einige Verbesserungen angebracht, die einestheils das Arbeiten mit dem Apparate sehr erleichtern, andererseits das Verwendungsbereich erheblich ausdehnen.

Wie die Abbildung zeigt, ist an der Zeigerseite ein verschiebbares Laufgewicht *c* angebracht, mit dessen Hilfe eine Tara (Becherglas, Magnet und ähnliches) von vornherein eliminiert werden kann. Will man z. B. die Zunahme des Gewichtes bei einer Verbrennung zeigen, so wird das Röhrensystem mit der Kerze oder der Magnet mit Eisenfeilicht an der Wage befestigt und vor der Entzündung durch Verschieben des Laufgewichtes *c* der Zeiger auf den Nullpunkt der Skala eingestellt.

Die zweite Verbesserung, durch welche die erste zu ihrer vollen Geltung kommt, besteht in der Möglichkeit, durch einfaches Aufstecken von Gegengewichten *d* auf einen Zapfen des Zeigers sich mehrere erheblich verschiedene Meßbereiche zu verschaffen. An dem abgebildeten Exemplar stehen beispielsweise die Skalen 0 bis 10 g, 0 bis 20 g, 0 bis 100 g, 0 bis 200 g zur Verfügung; doch kann natürlich auch jeder beliebige andere Umfang des Meßbereichs ausgeführt werden, insbesondere kann die Wage auch als feinere Präzisionswage geliefert werden.

Es ist einleuchtend, daß durch dieses neue Modell ein ganz hervorragendes Unterrichtsmittel geboten wird, mit dessen Hilfe nicht nur die seinerzeit von Hartl (*d. Zeitschrift X, 127*) beschriebenen Versuche und viele andere weit übersichtlicher und rascher angestellt werden können, sondern welches geeignet erscheint, das zeitraubende Arbeiten mit der gleicharmigen Wage ganz aus dem Unterricht zu verdrängen. Der Preis des Apparates beträgt 80 M.



Preisverzeichnis über physikalische Apparate und chemische Geräte. Aus dem physikalisch-technischen Werkstätten von **Meiser** und **Mertig** in Dresden-N. Dies 13066 Nummern


umfassende Verzeichnis legt rühmliches Zeugnis für die Leistungsfähigkeit der Firma ab. Zu den Spezialitäten gehören Kollektionen für Röntgenphotographie und drahtlose Telegraphie, die in verschiedener Ausstattung und Preislage geliefert werden und sich vielfältig Anerkennung erworben haben.

### Korrespondenz.

Herr Dr. Alois Höfler, bisher Professor am Gymnasium der K. K. Theresianischen Akademie in Wien und Privatdozent an der dortigen Universität, ist zum o. Professor der Pädagogik an der deutschen Universität in Prag ernannt worden. Wir können zu unserer Freude mitteilen, daß dadurch in dem Verhältnis des Herrn Prof. Höfler zu unserer Zeitschrift keine Änderung hervorgerufen wird.

Als „Sonderhefte“ dieser Zeitschrift erscheinen von jetzt an die Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft, herausgegeben von F. Poske, A. Höfler und E. Grimsehl. Gleichzeitig mit dem vorliegenden Heft der Zeitschrift wird Heft 1 ausgegeben: Die Glühlampe im Dienst des physikalischen Unterrichts von Professor Ernst Grimsehl (60 S. und 40 Figuren, M 2,—. Wir machen unsere Leser und Freunde auf diese wichtige Ergänzung unserer Zeitschrift aufmerksam und hoffen damit sowohl dem physikalisch-chemischen Unterricht, als auch dem naturwissenschaftlichen Unterricht im allgemeinen zu dienen.

Über Schülerversuche mit einfachen Mitteln im Unterricht selbst macht Herr Prof. Dr. MAURER in Eberbach (Baden) folgende Mitteilungen:

Für 2 wöchentliche Physik- und 2 Chemiestunden hat unsre Realschule ein Klassenzimmer, das auch sonstigem Unterricht dient, und ein kleines Sammlungs- und Vorbereitungszimmer. Die Sitzreihen sind nicht erhöht. 7÷8 Arbeitsplätze für je 2 Schüler sind beschafft durch ein Fensterbrett, ein Wandbrett von  $3,3 \times 0,5$  qm, 0,9 m hoch, vorn mit flacher Rinne und einigen Löchern darin, und 2 bewegliche Tische von je  $1 \times 0,67$  qm, 0,8 m hoch, die den Experimentiertisch ersetzen. Zu diesen gehört eine -förmige Gasleitung, deren Mittelstück unter dem Fußboden liegt und deren Endstücke für die darüber gestellten Tische je 2 Schlauchdüsen darbieten. Die billigen Marshall-Brenner möchte ich für Zwecke, wo bald große, bald kleine Flammen erforderlich sind, nicht empfehlen, da eine kleine Flamme leicht zurückschlägt.

In den vereinigten Klassen O III und U II waren 21 + 7 Schüler. Während eine Hälfte experimentierte, wurde die andere mit Zeichnen und Notizenmachen, so gut es ging, beschäftigt. Die Versuche wurden stets vom Lehrer vorgemacht. Die beiden Physikstunden folgten, nur durch eine Pause getrennt, aufeinander. So war es möglich, eine Reihe verschiedener Übungen, wie No. 1÷8, 10÷14 (s. u.), von der ganzen Klasse oder doch dem größten Teil ohne Unterbrechung durchmachen zu lassen. Leichter ist es, allen Gruppen den gleichen Versuch aufzugeben (No. 9, 20÷30). No. 15 bis 18 wurden gemeinsam im Freien angestellt. Zur Ausführung gelangten die folgenden einfachen Versuche über Schall und Wärme.

Schall: 1. Stahlstreifen im Schraubstock, 2. Eisendraht im Feilkloben: Schwingungen bei verschiedener Länge des freien Teils; 3. Eingespannte Zinkscheibe mit dem Violinbogen zum Tönen zu bringen — mehrere Töne, auch bei Nr. 4 und 5; 4. Eisenstab mit Hämmerchen anschlagen; 5. Monochordsaite anstreichen; 6. Stimmgabel und aufgehängtes Sieglackkugeln; 7. Schwingender Stahlstreifen mit Laufgewicht; 8. Wasserwellen in einer tönenden Glasglocke; 9. Ein 2 m langer Bindfaden wird um Kopf und Ohren gelegt, vom 2. Schüler gespannt, gedreht und gezupft — „künstlicher Donner“; 10. Knotenpunkte am geschwungenen Kautschukschlauch; 11. Knotenlinien auf einem Glaslineal (Hämmerchen, Streusand, Faden zum Auflegen zwischen 2 durchlochtem Backsteinen); 12. Knotenlinien auf der Stimmgabel (1. Oberton), 13. auf Zink- und Glasscheiben.

Schallfortpflanzung: 14. Taschenuhr, Holzstab; 15. (s. o.) Fadentelephon; 16. Echo; 17. Zurückwerfungsgesetz: Die Schüler wurden auf einer Straße || der Fläche eines Brückenpfeilers, symmetrisch zum Einfallslot in Gruppen (0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ , . . .) verteilt; klatschte + 4, so hörten wegen der Breite des Pfeilers — 3, — 4, — 5 den Schall doppelt; 18. Fortpflanzung des Schalls ums Eck: Der Laut B wird mehr abgeschwächt als a, o, u; 19. Schwingungszahl des a': Schüler 1 schlägt wiederholt die Stimmgabel an, 2 bläst gegen die Sirene, 3 dreht die Kurbel, sodaß beide Töne möglichst genau gleichhoch sind, 4 zählt die Kurbelumdrehungen während 30 Sek.; 20. Saitengesetze: Die an der Tür oder Fensterklinke befestigte Doppelschnur gestattet qualitative Beobachtung der Abhängigkeit der Schwingungszahl von Länge, Spannung, Masse (1 oder 2 Schnüre); 21. Monochord:

Ein Bindfaden ist über 2 prismatische Holzklötzchen um den Tisch gespannt und mit 2 halben Backsteinen belastet, freie Länge 45 cm; Maßstab; Tonleiter.

Wärme: 22. Anfertigung eines Heronsballs; 23. bis 26. Einfluß von Druck (Hineinblasen) und Temperatur auf eine im Heronsball enthaltene Luft- oder Wassermenge; 27. Ausdehnung von Metallstäben beim Erwärmen (auf Glas rollende Stecknadel mit Strohalm als Zeigerwalze, Spitze des Heronsballs als feste Marke); 28. Sieden des Wassers im Jenaer Erlenmeyerkölbchen; 29. Destillation durch ein  $\square$  Rohr in ein gekühltes Probierglas; 30. Das Gefrieren von Wassertropfen auf einem Objektträger vor dem Fenster.

Die Versuche sind teils den Anleitungen von Meiser und Mertig, Dresden (Physik, 400 Versuche; Physik, 40 Dispositionen), teils den Kolumbus-Eiern (Union, Stuttgart) entlehnt, teils allbekannt; es besteht wohl auch anderwärts das Bedürfnis nach einem Sammelwerk über Freihandversuche, wie es Schwalbe geplant hat. [Ist bereits in Vorbereitung. D. R.]

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

**J. Classen**, Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. I. Bd. Elektrostatik und Elektrokinetik. Mit 21 Fig. Leipzig, G. J. Göschen, 1903. 184 S. geb. M 5. — **F. Exner** und **E. Hasehek**, Wellenlängen-Tabellen für spektralanalytische Untersuchungen. II. Teil. Leipzig und Wien. F. Deuticke. 213 S. M 25. — **C. Christiansen** und **J. C. Müller**, Elemente der theoretischen Physik. II. Aufl. Mit 160 Fig. im Text. Leipzig, J. A. Barth, 1903. 532 S. M 10. — **A. Wernicke**, Lehrbuch der Mechanik in elementarer Darstellung. In 2 Teilen. I. Mechanik fester Körper. 3. (Schluß-)Abteil. 4. Aufl. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1903. 825 S. M 10. geb. M 11. — **E. Warburg**, Lehrbuch der Experimentalphysik für Studierende. Mit 421 Abb. 7. Aufl. Tübingen u. Leipzig, J. C. B. Mohr, 1903. 413 S. M 7, geb. M 8. — **L. Harperath**, Sind die Grundlagen der heutigen Astronomie, Physik, Chemie haltbar? Berlin 1903. Mayer u. Müller. 67 S. M 1. — **F. Dannemann**, Grundriß einer Geschichte der Naturwissenschaften. II. Bd. Die Entwicklung der Naturwissenschaften, 3. neu bearbeitete Aufl. Mit 87 Abb. Leipzig, W. Engelmann, 1903. 450 S. M 10, geb. M 11. — **A. Nippoldt jun.**, Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. Mit 3 Tafeln und 14 Fig. Leipzig, G. J. Göschen. 1903. 136 S., M 0,80. — **E. Rehbein**, Grundgesetze der Mechanik und ihre Anwendung in der Maschinenteknik. Leipzig, M. Schäfer, 1903. 128 S. M 2,50. — **Heinz Bauer**, Telegraphie ohne Draht, Röntgenstrahlen, Teslalicht. Eine Einführung in die neueren elektrophysikalischen Forschungen u. s. w. Berlin, Karl Duncker, 1903. 230 S. M 3 — **B. Monasch**, der elektrische Lichtbogen bei Gleichstrom und Wechselstrom und seine Anwendungen. Mit 141 Fig. Berlin, Julius Springer, 1904. 288 S. M 9. — **L. Rellstab**, die elektrische Telegraphie (Sammlung Göschen No. 172). Mit 19 Fig. 122 S. M 0,80. — **J. Kollert**, Katechismus der Physik, 6. Aufl. Mit 364 Abb. Leipzig, J. J. Weber, 1903. 593 S. M 7. — **J. Kleiber**, Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien, 2. Aufl. Mit 392 Fig. München u. Berlin, 1903. R. Oldenbourg. 319 S. — **H. Pünig**, Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen, 3. Aufl. Münster i. W., 1903, Aschendorff. 352 S. M 3,60. — **P. Meutznar**, Lehrbuch der Physik. Mit zahlreichen Abb. 5. Aufl. Leipzig, O. R. Reisland, 1903. 286 S. M 2,80. — **E. Weighardt**, Mathematische Geographie, 2. Aufl. Bühl (Baden). Aktiengesellschaft Konkordia, 1902. 45 S. M 0,60. **F. Körner**, Naturlehre für gewerbliche Lehranstalten: Physik. Mit 156 Abb. M 1,20; Chemie. Mit 14 Abb. Wien und Leipzig, F. Deuticke, 1904. M 1. — **J. H. van 'tHoff**, Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie. 3. Heft. Mit Text-Abb. 2. Aufl. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1903. 155 S. M 4. — **M. Le Blanc**, Lehrbuch der Elektrochemie. 3. Aufl. Mit 31 Fig. Leipzig, O. Leiner, 1903. 284 S. M 6. — **W. Ostwald**, Die Schule der Chemie. Erste Einführung in die Chemie für Jedermann. I. Teil: Allgemeines. Mit 46 Abb. Braunschweig, Fried. Vieweg und Sohn, 1903. 186 S. M 4,80, geb. 5,50. — **A. Classen**, Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie. 2. Bd. Mit 133 Abb. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1903. 831 S. M 20. — **E. Bloch**, A. Werners Theorie des Kohlenstoffatoms und die Stereochemie der karboeyklischen Verbindungen. Mit 48 Fig. Wien und Leipzig, 1903. C. Fromme. M 3. — **A. Jolles**, Über Wasserbegutachtung. Leipzig und Wien, 1903. F. Deuticke. 29 S. M 1. — **K. A. Redlich**, Anleitung zur Lötrohranalyse. 2. Aufl. Mit 8 Abb. Leoben. 1903. L. Nüßler. 32 S. — **Greblers** Lehr- und Lernbücher für den realistischen Unterricht. I. Physik und Chemie, von **G. Melinat**. Langensalza, 1903. F. G. Grebler. 218 S. M 1. — **W. Ramsay**, Einige Betrachtungen über das periodische Gesetz der Elemente. Leipzig, J. A. Barth, 1903. 29 S. M 1. — **O. Lubarsch**, Elemente der Experimentalchemie. 2. Aufl. Mit 118 Fig. Berlin, J. Springer, 1904. 357 S.

Himmelserscheinungen im Dezember 1903 und Januar 1904.

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

		Dezember						Januar						
		1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30
♄	AR	16 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	17.22	17.56	18.31	19. 4	19.36	20. 2	20.18	20.19	20. 0	19.33	19.16	19.13
	D	— 24 <sup>o</sup>	— 25 <sup>o</sup>	— 26 <sup>o</sup>	— 26 <sup>o</sup>	— 25 <sup>o</sup>	— 24 <sup>o</sup>	— 22 <sup>o</sup>	— 20 <sup>o</sup>	— 18 <sup>o</sup>	— 18 <sup>o</sup>	— 18 <sup>o</sup>	— 19 <sup>o</sup>	— 20 <sup>o</sup>
♀	AR	13 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	13.42	14. 3	14.24	14.46	15. 9	15.32	15.55	16.19	16.44	17. 9	17.35	18. 0
	D	— 6	— 8	— 10	— 12	— 13	— 15	— 16	— 18	— 19	— 20	— 21	— 22	— 22
☉	AR	16 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	16.47	17. 9	17.31	17.53	18.15	18.38	19. 0	19.22	19.43	20. 5	20.26	20.46
	D	— 22	— 22	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 22	— 21	— 20	— 19	— 18
♂	AR	19 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	19.50	20. 7	20.23	20.39	20.55	21.11	21.27	21.42	21.57	22.12	22.27	22.42
	D	— 23	— 22	— 22	— 21	— 20	— 19	— 17	— 16	— 15	— 14	— 12	— 11	— 9
♃	AR		23. 5		23. 9		23.14		23.20		23.26		23.33	
	D		— 7		— 7		— 6		— 6		— 5		— 4	
♄	AR	20 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>							20.45					
	D	— 20							— 19					
☉	Aufg.	7 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	7.56	8. 2	8. 7	8.11	8.13	8.14	8.13	8.11	8. 7	8. 2	7.56	7.49
	Unterg.	15 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	15.45	15.44	15.44	15.45	15.48	15.52	15.57	16. 4	16.11	16 20	16.29	16.38
☾	Aufg.	14 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	18. 5	—	5. 6	9.26	11.38	14. 1	19.26	0.37	5.57	8.57	10.54	14.26
	Unterg.	3 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	9. 4	12.15	14.37	18.42	23.56	4.30	9.14	11.41	14.45	19.37	—	5.24
Sternzeit im mittl. Mittg.		16 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>	16.56.14	17.15.57	17.35.40	17.55.22	18.15. 5	18.34.48	18.54.31	19.14.14	19.33.56	19.53.39	20.13.22	20.33. 5
Zeitgl.		— 11 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	— 9.16	— 7. 5	— 4.44	— 2.16	+ 0.14	+ 2.41	+ 5. 2	+ 7.12	+ 9.10	+ 10.52	+ 12.15	+ 13. 7

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Dez. 18, 22 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> Jan. 17, 16 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	Dez. 27, 3 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> Jan. 25, 21 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	Dez. 4, 19 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> Jan. 3, 6 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im Dezember	zuletzt kurze Zeit abends im SW sichtbar	als Morgenstern 4—3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> St. sichtbar	ca. 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> Stunden lang abends im SW sichtbar	abends zuletzt noch 5 Stunden lang im SW sichtbar	zuletzt nur noch <sup>5</sup> / <sub>4</sub> Std. lang abends im SW sichtbar
im Januar	bis zum 11. im SW, Ende des Monats morgens im SO kurze Zeit sichtbar	die Sichtbarkeitsdauer des Morgensterns sinkt bis auf 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> Stunden	ca. 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Stunden abends im W sichtbar	die Sichtbarkeitsdauer sinkt bis auf 3 Stunden	wird um die Mitte des Monats unsichtbar

Phänomene der Jupitermonde.

M.E.Z.				M.E.Z.				M.E.Z.			
Dez. 3	21 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup>	I A.	Dez. 15	22 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 8 <sup>s</sup>	II A.	Jan. 4	18 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	I A.			
8	17 8 41	II E.	19	19 51 36	I A.	9	19 35 55	II A.			
8	19 44 19	II A.	26	21 47 6	I A.	11	20 6 46	I A.			
12	17 56 3	I A.	27	18 40 17	III A.	27	18 26 3	I A.			
15	19 46 43	II E.	Jan. 3	19 53 50	III E.	31	16 56 56	IV E.			
							18 23 29	IV A.			

Sternbedeckungen für Berlin:

Dez. 7, λ Gemin.	Eintr.: 6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> , 9 M.E.Z., Q = 96°;	Austr.: 7 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> , 9 M.E.Z. Q = 285°.
Jan. 1, α Tauri.	— 1 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> , 6 —	Q = 161°; — 2 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> , 8 — Q = 192°.
- 5/6, o Leonis.	— 23 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> , 0 —	Q = 127°; — 0 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> , 6 — Q = 265°.
- 31, λ Gemin.	— 4 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> , 1 —	Q = 95°; — 5 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> , 9 — Q = 285°.

Veränderliche Sterne:

Datum	M.E.Z.	Datum	M.E.Z.	Datum	M.E.Z.
Dez. 3		Dez. 23	21 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>	Jan. 12	23 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup>
3	19 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	26	18 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	15	19 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>
	R Lyrae-Max.		Algol-Min.	18	16 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>
	Algol-Min.		Algol-Min.		Algol-Min.

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.



# Namen-Verzeichnis.

Bei Original-Beiträgen sind die Namen der Verfasser gesperrt gedruckt.

- A**egg, Tropfenbildung bei Rauch, 96.  
Adamczik, J., die Zeichen der Ekliptik und die Präzession, 176.  
Adami, F., Ein + und - Elektrophor, 93; über die Isolierfähigkeit verschiedener Körper, 348.  
Andrews, E. J., der physikalische Unterricht in den Vereinigten Staaten, 310.  
Arndt, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- B**ahrdt, W., der freie Fall, 325.  
Barrett, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.  
Barton, E. H., eine einfache empfindliche Flamme, 290.  
Becquerel, Becquerelstrahlen, 165, 355.  
Behn, U., neue Versuche und Apparate aus der Mechanik und Optik, 129.  
Benard, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.  
Berndt, G., neue magneto-optische Untersuchungen, 107.  
Bernoulli, Noniusmodelle zur Projektion, 344.  
Bertelli, T., Legende von Flavio Gioja, 173.  
Bleekrode, L., einfache Apparate für Funkentelegraphie, 28.  
Blondlot, R., neue Arten von Lichtstrahlen, 226, die Blondlotschen n-Strahlen, 354.  
Bock, A., optische Resonanz, 300.  
Bohn, G., Becquerelstrahlen, 355.  
Bohnert, F., der Potentialabfall längs eines stromdurchflossenen Leiterdrahts, 25.  
Bose, E., Kathodenstrahlen, 302.  
Boys, Schallschwingungen in der Luft, 36.  
Bremer, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.  
Bruger, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.  
Burton, Becquerelstrahlen, 355.
- C**amman, P., neue magneto-optische Untersuchungen, 107.  
Cantor, M., zur elektrischen Entladung, 298.  
Chabot, Antifrikationslagerung und über ein Dynamometer für kleine Kräfte 182.  
Corbino, neue magneto-optische Untersuchungen, 107.  
Cotton, ultramikroskopische Teilchen, 360.
- C**rookes, W., moderne Ansichten über die Materie, die Verwirklichung eines Traumes, 292.  
Curie, Becquerelstrahlen, 165, 355.  
Czudnochowski, B. v., Demonstration der scheinbaren Widerstandszunahme von Elektromotoren beim Anlaufen, 283; ein Plattenerreger für die Herz-Lecherschen Versuche, 345; Hochspannungsvoltmeter für Versuche mit Induktoren, 346; die Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- D**anne, Becquerelstrahlen, 355.  
Davis, B., Miniatur-Anemometer für stehende Schallwellen, 36.  
Debierne, Becquerelstrahlen, 165.  
Des Coudres, Kathodenstrahlen, 302.  
Dewar, J., neuere Angaben zur Argongruppe, 44; — u. H. Moissan, die Überführung des Fluors in den festen Aggregatzustand und die Vereinigung von festem Fluor und flüssigem Wasserstoff bei  $-252,5^{\circ}$  C., 232.  
Dorn, Becquerelstrahlen, 355.  
Dziobek, O., Kilogramm-Masse und Kilogramm-Gewicht, 163; die Astronomie der Babylonier, 361.
- E**bert, H., Becquerelstrahlen, 165.  
Ellinger, G., Bestimmung der Wellenlänge des Lichts, 280.  
Elsässer, W., Apparat zur Demonstration der Übereinanderlagerung zweier gleichgerichteter Wellen 68; direkte und indirekte Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Wellenbewegung, 200.  
Elster, Becquerelstrahlen, 165, 355.  
Ettinghausen, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.  
Ewers, P., Becquerelstrahlen, 165.  
Eykman, P. H., Impedanzversuch, 29.
- F**ärber, A., neue magneto-optische Untersuchungen, 107.  
Förster, W., Ptolemäus und Kepler, 233.  
Fuchs, K., Physikalische Aufgaben, 86; kleine Beiträge zur Mechanik, 342.

- Garbasso, A., Demonstration der Wirkung von Elementen desselben Stromes aufeinander, 37.
- Gauger, ein mechanisches Modell zur Demonstration des Doppplerschen Prinzips, 329.
- Gee, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Geitel, Becquerelstrahlen, 165, 355.
- Gill, H. V., Experimentelle Erläuterung der Präzession und Nutation, 289.
- Giltay, E., Parallelversuche mit einer schwingenden Saite und mit einem Kautschukschlauch, 193.
- Goldbeck, E., das Problem des Weltstoffs bei Galilei, 45.
- Goldhammer, D. A., Strahlenfilter für ultraviolettes Licht, 297.
- Grimsehl, E., Blättchenelektrometer und Ausführung elektrostatischer Versuche, 5; Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten, 21; Kraftübertragung durch Flaschenzug unter Berücksichtigung der Reibung, 65; physikalische Aufgaben, 89; der freie Fall, 90; zur experimentellen Einführung der Begriffe Kraft, Masse, Energie, 135; neue Formen elektrolytischer Apparate, 161; Bestimmung des elektrischen Wärmeäquivalents mit Hilfe der Glühlampe, 210; Reinigung des Quecksilberschlammes in Quecksilberunterbrechern, 224; Apparat zur Demonstration der Zug- und Druckspannungen in einem festen Körper, sowie zur experimentellen Ableitung des Momentensatzes 260; Demonstrations-Nernstlampe 263; ein Kryophor, 276; ein Hitzdrahtapparat mit Nebenschlüssen, 282; Bestimmung des Luftgewichtes ohne Luftpumpe, 288; eine Polwage zur Bestimmung der Polstärke von Magneten und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus, 334; physikalische Aufgaben, 339. — Neue Formen elektrolytischer Apparate, 161; Demonstrationsapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents, 290.
- Grützner, P., Mundbarometer, 161.
- Häbler, Th., zur sogen. Gleichwertigkeit des ptolemäischen und des kopernikanischen Systems, 61; vgl. 125 und 254.
- Hagen, E., Reflexionsvermögen der Metalle und seine Beziehungen zu dem elektrischen Leitvermögen, 294.
- Hahn, H., Porzellanleuchter als isolierende Ständer, 32.
- Halben, R., gleichzeitige Demonstration von Totalreflexion und Lichtstrahlenkrümmung, 281.
- Hall, E., Didaktik und Methodik des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Amerika, 175.
- Hartwig, A., einfacher Apparat für das hydrostatische Paradoxon, 275.
- Heinrich, G., billige Projektionsbilder, 94; über die Anbringung des Heliostaten, 279.
- Helmholtz, H. v., über die Methode der Naturforschung, 307.
- Hewitt, Quecksilberdampf Lampe, 177.
- Hillig, F. J., elektrolytischer Demonstrationsversuch, 221.
- Himstedt, Becquerelstrahlen, 355.
- Höfler, A., zwei hydrostatische Apparate, 257.
- Hofmann, Becquerelstrahlen, 355.
- Hopkinson, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Houston, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Janson, billige Projektionsplatten, 351.
- Jung, J., zur Funkentelegraphie, 31; Gegenstück zum Sehen mittelst enger Öffnungen, 157.
- Kann, L., Versuchsanordnung zur Demonstration der Selbstinduktion, 284.
- Kapteyn, die Nebelmassen in der Umgebung der Nova Persei, 106.
- Keferstein, H., Berechnung des Trägheitsmomentes eines Körpers in Bezug auf eine zu einer Schwerpunktsachse parallele Achse, 77; über die Ableitung des Hebelgesetzes nach Grimsehl, 268.
- Kemna, G., Apparat zum experimentellen Nachweis des Verlaufes der Kraftlinien, 89.
- Kleiber, J., ein neuer Geschwindigkeitmesser: Celmeter, 72; Astigmatismus bei Hohlspiegeln, 208; Apparat für die spezifische Wärme, 278.
- Kleinpeter, H., Physikalische Aufgaben, 89. — Physikalische Schülerübungen in Österreich, 308; die Statik auf der Oberstufe, 362.
- Knapp, G., Justus v. Liebig's hundertster Geburtstag, 235.
- König, B., elementare Darstellung der Berechnung des wahren Sonnendurchmessers, 219.
- Koppe, M., die Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1903, 64; Physikalische Aufgaben, 87, 89; zur Frage des ptolemäischen und kopernikanischen Systems, 125.
- Körper, F., Himmelserscheinungen, 63, 128, 192, 256, 320, 384.
- Körting, Fortschritte des Bogenlichttechnik, 365.
- Korn, Becquerelstrahlen, 355.
- Kosack, E., H. D. Rühmkorff, 113.
- Kossonogoff, J., optische Resonanz, 300.
- Krug, T., die Induktion im Dienste des chemischen Unterrichts, 46.
- Küspert, F., Demonstration der Reaktionsgeschwindigkeit an der Bildung kolloidalen Silbers, 285.
- Laborde, Becquerelstrahlen, 165.
- Landsberg, B., Biologie und Physik am Gymnasium, 237.
- Lanner, A., die Entstehung optischer Bilder vom Standpunkte der Wellenlehre, 79.

- Lebedew, P., Vakuumthermoelemente als Strahlungsmesser, 161.
- Locher, E., zur elektrischen Entladung, 298.
- Leduc, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Leithäuser, Kathodenstrahlen, 302.
- Lenard, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48; Elektrizitätsleitung in Flammen, 170.
- Lennan, Becquerelstrahlen, 165, 355.
- Liebig, H. v., Justus von Liebig's hundertster Geburtstag, 235.
- Living, neuere Angaben zur Argongruppe, 44.
- Lorey, W., elementare Ableitung des Thomson'schen Satzes vom wirtschaftlichen Querschnitt, 284.
- Mack, K.**, zur Konstruktion der Machschen Wellenmaschine, 265.
- Majorana, Q., neue magneto-optische Untersuchungen, 109.
- Mathiesen, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 366.
- Maurer, über Schülerversuche mit einfachen Mitteln, 382.
- Meinardus, Ausbreitung des Schalles in der Luft, 37.
- Milewski, W., Demonstration der stehenden elektrischen Wellen auf Drähten, 160; ein Fritter mit Quecksilberfüllung, 223.
- Mohn, Ausbreitung des Schalles in der Luft, 37.
- Moissan, H., s. Dewar.
- Mouton, ultramikroskopische Teilchen, 360.
- Müller-Erbach, W., physikalische Aufgaben, 88.
- Müller, Fr. C. G., Apparat für das Mariottesche Gesetz, 18.
- Néculcéa, E.**, Wirkung der Selbstinduktion auf das Funkenspektrum, 43.
- Noack, K., Versuch über Potentialänderung mit der Höhe, 350.
- Norrenberg, J., der Unterricht in den Naturwissenschaften, 114.
- Ohmann, O.**, zur Selbstentzündung des gelösten Phosphors, 352.
- Olszewski, R., Apparate zur Verflüssigung von Luft und Wasserstoff, 353.
- Osmond, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Penseler**, Wirkungsweise des Telephons, 30; das Ausblasen des Flammenbogens, 31; Apparat zur Demonstration der Wirkungsweise der elektrischen Sicherungen bei Kurzschluß, 84; Apparat zur Demonstration der Blitzschutzvorrichtungen bei elektrischen Anlagen, 146; Projektionsbilder auf Mattglas, 224.
- Perrine, die Nebelmassen in der Umgebung der Nova Persei, 106.
- Poske, F., zum Gedächtnis Otto von Guericke's, 111; Biologie und Physik am Gymnasium, 237.
- Precht, J., Becquerelstrahlen, 165.
- Pupin, M., epochemachende Neuerung im Fernsprechwesen, 53.
- Ramsay, W.**, neuere Angaben zur Argongruppe, 44; Becquerelstrahlen, 355.
- Rebenstorff, H., einfache Versuche über Interferenz von Tonschwingungen, 30. Herstellung von Kollodiumballons, 31; der Gebrauch des Variometers im Unterricht, 275; Nachweis des Luftwiderstandes, 287; Bestimmung des Rauminhalts von Gefäßen, 349; schnelles Entleeren enghalsiger Flaschen, 352.
- Recklinghausen, v., Quecksilberdampfampe, 177.
- Reich, Quecksilberdampfampe, 177.
- Reuleaux, F., Rolle und Flaschenzug, 1.
- Richarz, F., Temperaturänderungen in auf- und absteigender Luft, 102.
- Richter, O., Polarisationsversuche am schwingenden Seile, 92.
- Rostowzew, Ph. v., zwei neue Wellenmaschinen, 274; Schwingungsdauer des Pendels; Joulesche Wärme; Reflexion des Schalles, 288.
- Roth, W., Katalyse und Katatypie, 151; der jetzige Stand der elektrolytischen Dissoziationstheorie, 214; vgl. S. 319 Korr.
- Rubens, Reflexionsvermögen der Metalle und seine Beziehungen zu dem elektrischen Leitvermögen, 294.
- Runge, C., Becquerelstrahlen, 165.
- Russel, Strahlung des Wasserstoffsperoxyds, 164.
- Rutherford, Becquerelstrahlen, 165, 355.
- Schilling, G.**, physikalische Schülerübungen in Österreich, 308.
- Schmauß, neue magneto-optische Untersuchungen, 107; magnetische Doppelbrechung, 299.
- Schmidt, A., physikal. Aufgaben 342; das magnetische Feld, 349.
- Schmidt, F. J., Kant und die naturwissenschaftliche Methode, 172.
- Schmidt, G. C., Kathodenstrahlen, 302.
- Schnell, E., der Foucault'sche Pendelversuch, 144.
- Schuckert u. Co., Bogenlicht, Projektionsapparate, 116; Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- Schulze, F. A., einige neue Verfahren zur bequemen Demonstration elektrischer Wellen in Drähten, 225.
- Schütz, Fr., Papierlaterne zum Nachweis der Abhängigkeit der elektrischen Spannung von der Oberfläche, 159.
- Schütz, F., Mehrverbrauch von Zink im geschlossenen Element, 93.
- Schwedoff, Th., einfache Ableitung für die Grundgleichung der kinetischen Gastheorie, 204; eine Vorlesungswage, 321.

- Seeliger, die Nebelmassen in der Umgebung der Nova Persei, 106.
- Semenov, Elektrizitätsleitung in Flammen, 170.
- Siedentopf, H., Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen, 104.
- Siemens u. Halske, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- Simon, Quecksilberdampflampe, 177.
- Smith, A., Didaktik und Methodik des naturwissenschaftlichen Unterrichtes in Amerika, 175.
- Soddy, Becquerelstrahlen, 165, 355.
- Stahlberg, W., Apparate für Reflexion und Brechung des Lichtes, 33.
- Stark, Quecksilberdampflampe, 177.
- Starke, Kathodenstrahlen, 302.
- Stefan, neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Strauß, Becquerelstrahlen, 355.
- Strutt, Becquerelstrahlen, 355.
- Szamatolski, Schnell-Trichter, 163.
- T**audin Chabot, Antifrikionslagerung und Dynamometer für kleine Kräfte, 182.
- Thiel, Tropfenbildung bei Rauch, 96.
- Thomson, E., neue elektromagnetische Bewegungsmechanismen, 48.
- Thunberg, T., Schreiben auf Glas, Porzellan u. dgl. 118.
- Travers, M., neuere Angaben zur Argongruppe, 44.
- Tumlirz, O., einfaches Verfahren zur Demonstration der Umkehrung der Natriumlinie 221.
- Tyndall, Ausbreitung des Schalles in der Luft, 37.
- U**lsch, K., zwei Apparate zur Vorführung elektromagnetischer Rotationserscheinungen, 82.
- Volkman, W., ein neues Geradsichtsprisma und ein neues Flüssigkeitsprisma, 96; neue Seilwellenversuche, 97.
- W**agner, J., Didaktik der Chemie an der Universität Leipzig, 311.
- Wallentin, J. G., physikalische Schülerübungen in Österreich, 309.
- Watts, Becquerelstrahlen, 355.
- Wedding, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- Weiler, W., drei Elektroskope einfacher Konstruktion, 158; einfaches Hygroskop, 223.
- Weinhold, A., Schmieröl für Kreisversuche, 94.
- Wölfl, Becquerelstrahlen, 355.
- Wohlwill, E., zur Vorgeschichte des Thermometers, 304.
- Wommelsdorff, H., die Kondensatormaschine, 95.
- Wood, R. W., künstliche Darstellung einer totalen Sonnenfinsternis, 35; Strahlenfilter für ultraviolette Licht, 297; optische Resonanz, 300.
- Woodruff, E. C., ein Versuch über die Zerlegung der Kräfte, 289.
- Z**ehnder, L., Kathodenstrahlen, 302.
- Zeidler, Fortschritte der Bogenlichttechnik, 365.
- Zsigmondy, R., Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen, 104.

**Neu!**

# Funkeninduktoren

Modell B, speziell für **Lehranstalten.**

[1651]

✻ **Solid.** ✻

Prospekte auf Anfrage.

✻ **Billig.** ✻

**Nostitz & Koch, Fabrik elektr. Apparate,  
Chemnitz.**

## Science Teaching in America.

Much attention is given in the United States to the teaching of elementary science, especially from the practical side. The laboratories and equipment of many of the secondary schools compare favorably with those of the colleges and universities.

The instruction is centered around the work done by the students themselves in the laboratory, the recitation and lecture work being merely supplementary. The teachers necessarily give much attention to the best modes of illustrating practically this and that point in their courses, and are continually devising new experiments and modes of presentation. The best of these are published in

### School Science,

a monthly journal devoted to the teaching of science in secondary schools.

German teachers will be astonished at as well as interested in these novelties continually appearing in the Journal, and will find therein a wealth of practical suggestions.

The subscription price postpaid in Germany is **NINE MARKS** (\$ 2.25) per annum.

Sample copies will be cheerfully sent on request, free of charge.

Address all communications and remittances to

**The School Science Press,**

Ravenswood, Chicago, Ill., U.S.A.

[1606]

---

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschienen:

## Der elektrische Lichtbogen

bei

### Gleichstrom und Wechselstrom

und seine Anwendungen.

Von

**Berthold Monasch,**

Diplomingenieur.

Mit 141 in den Text gedruckten Figuren.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

✻ *Ausführlicher Prospekt liegt diesem Hefte bei.* ✻

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.


# Gelegenheitskauf von Funkeninduktoren.

Wir haben eine größere Anzahl **erstklassiger Funkeninduktoren**, die teilweise fast gar nicht gebraucht sind, zu ermäßigten Preisen abzugeben.

Die Induktoren stammen teils von Kliniken und anderen ärztlichen Anstalten, die zum Betriebe mit Röntgenapparaten **System Dessauer** übergegangen sind, teils sind es zu Versuchszwecken des eigenen Laboratoriums gebaute Stücke. Die Stücke sind von 10—55 cm Funkenlänge groß, teils für elektrolytische, teils für andere Unterbrecher geeignet. Für die Leistung wird wie bei neuen Induktoren garantiert.

Staatsschulen und städtischen Schulen, sowie renommierten Privatlehranstalten geben wir die Apparate einige Zeit zur Probe.

Die Preise sind durchschnittlich um 40—50% niedriger als bei neuen Induktoren. — Unterbrecher aller Systeme können gleichfalls geliefert werden.

 Lagerliste auf Wunsch zur Verfügung. 

[1659]

## Elektrotechnisches Laboratorium Spezialfabrik von Röntgenapparaten, System Dessauer Aschaffenburg.

---

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

---

### Lehrbuch der theoretischen Chemie.

Von

**Dr. Wilhelm Vaubel,**

Privatdocent an der technischen Hochschule zu Darmstadt.

— In zwei Bänden. —

Erster Band:

**Materie und Energie — Molekül und Lösung.**  
Mit 147 Textfiguren und 1 Tafel.

Zweiter Band:

**Zustandsänderungen und chemische Umsetzungen.**  
Mit 75 Textfiguren und 1 Tafel.

Preis M. 32,—; in zwei Leinwandbände gebunden M. 35,—.

Dank der treffenden und logischen Einteilung des Stoffes und der Sammlung des Materials auf möglichst allen Gebieten, die zur theoretischen Chemie in irgend welcher Beziehung stehen, sowie dank den eingehenden und durchaus sachlichen Ausführungen auch bei den zahlreichen Fragen, bei denen der Verfasser selbst näher beteiligt ist, wird die theoretische Chemie Vaubels sicherlich überall grossem und nachhaltigem Interesse begegnen.

### Die künstlichen Kohlen für elektrotechnische und elektrochemische Zwecke, ihre Herstellung und Prüfung.

Von

**Dr. Julius Zellner,**

Professor der Chemie an der Staatsgewerbeschule in Bielitz.

Mit 102 in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 9,20.

Die Fabrikation der künstlichen Kohlen ist eine Spezialindustrie, welche sich gemeinsam mit den übrigen Zweigen der Elektrotechnik entwickelt hat und in dem vorliegenden Buch zum erstenmal in deutscher Sprache eine zusammenhängende Darstellung erfährt. Das Buch wird nicht nur für die in der Kunstkohlenbranche tätigen Techniker von Interesse sein, sondern auch für die meisten anderen elektrotechnischen Industrien, die Beleuchtungstechnik, Telephonie sowie Dynamomaschinenbau, besonders aber für die elektrochemische Technik Bedeutung haben und bildet eine wesentliche Ergänzung der bisher erschienenen einschlägigen Literatur.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

---