

# Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

IX. Jahrgang.

Drittes Heft.

Mai 1896.

## Neue physikalische Apparate.

Von

Hans Hartl in Reichenberg—Deutschböhmen.

### A. Optik.

#### I. Die optische Scheibe.

Der in Fig. 1 nach einer photographischen Aufnahme dargestellte Apparat, welcher die meisten für den elementaren Physik-Unterricht in Betracht kommenden optischen Erscheinungen in ebenso einfacher wie anschaulicher Weise vorzuführen gestattet, bedarf keiner Verdunkelungsvorrichtung, sondern arbeitet im unverdunkelten Zimmer mittels direkten Sonnenlichts. Dies ist nicht nur wegen der Entbehrlichkeit besonderer Vorrichtungen, sondern auch deshalb als ein Vorteil zu bezeichnen, weil den Schülern während des Experimentierens alle Einzelheiten des Apparates deutlich sichtbar bleiben. Die wesentlichsten Teile des Apparates sind nebst den später zu besprechenden optischen Körpern eine weiss überzogene, mit Gradteilung versehene Scheibe  $S$  und eine halbcylindrische Blende  $B$  aus schwarzgestrichenem Blech. Beide, Scheibe und Blende, sind durch eine entsprechende Anordnung um eine gemeinsame Achse, jedoch unabhängig von einander drehbar. Aus dieser doppelten Beweglichkeit ergibt sich bei einfachster Bedienung des Apparates eine ungemein reiche Combinationsfähigkeit. Die Blende  $B$  besitzt eine rechteckige Öffnung, die durch Spaltbleche  $b$  (dem Apparate sind 2 Bleche mit je einem Spalt und ein Blech mit 7 Parallelspalten beigegeben) bedeckt werden kann. Wird der ganze Apparat so in das direkte oder durch einen Spiegel vom Fenster her zugeworfene Sonnenlicht gestellt, dass die Scheibe  $S$  gegen die Richtung der Sonnenstrahlen schwach geneigt ist, so zeichnen sich die durch die Spalten des Bleches  $b$  eindringenden Strahlenbänder auf der durch die Blende beschatteten Scheibe  $S$  sehr scharf ab, obwohl diese durch das diffuse Tageslicht stark genug beleuchtet ist, um die Skala und alle sonstigen Einzelheiten deutlich erkennen zu lassen. Auf der Scheibe  $S$  können verschiedene, dem Apparate beigegebene Spiegel und optische Platten, jedes in den in Fig. 2 dargestellten Lagen, mittels zweier kleiner Knopfschrauben befestigt werden. Durch Drehen der Blende — mittels des zugleich als Äquilibriergewicht dienenden Metallgriffes  $G$  — werden die durch das Spaltblech eintretenden Strahlen auf den gewünschten Punkt

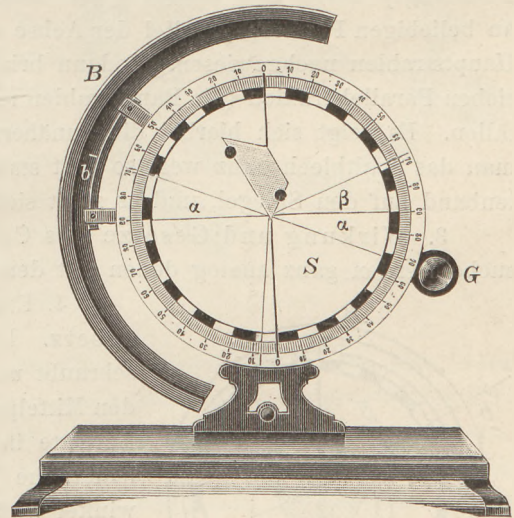


Fig. 1.

— werden die durch das Spaltblech eintretenden Strahlen auf den gewünschten Punkt

des auf die Scheibe  $S$  festgeschraubten optischen Körpers geleitet, und sodann wird durch Drehen der Scheibe  $S$  der Einfallswinkel der Strahlen gegen den optischen Körper variiert. Zu bemerken ist noch, dass kleine an den Spaltblechen angebrachte Federn gestatten, die Einlassspalten mit farbigen Gläsern zu bedecken und dadurch für einzelne Versuche annähernd homogenes Licht zu beschaffen. Die wichtigsten, mit der optischen Scheibe durchzuführenden Versuche sind im folgenden zusammengestellt. Dabei soll der Kürze halber ein Blech mit einem Spaltblech mit  $A$ , das Blech mit 7 Spalten mit  $C$  bezeichnet werden.

1. Reflexionsgesetz für ebene Spiegel. Die den kleinen Planspiegel tragende Holzfassung wird mittels einer Knopfschraube in das dem Mittelpunkte nächstgelegene Loch der Scheibe so eingesteckt, dass die Spiegelebene genau in den Durchmesser  $90-90$  fällt. Sodann wird das Blech  $A$  eingesetzt und der Lichtstrahl (durch Drehen der Blending) auf die Spiegelmitte geleitet. Der Durchmesser  $O-O$  bildet dann das Lot, und der einfallende und der reflektierte Strahl bezeichnen an der Skala die bei genauer Einstellung vollkommen gleichen Einfalls- und Reflexionswinkel. Auch die Drehung des Strahles bei Drehung des Spiegels kann gezeigt werden.

2. Wirkung und Gesetze des Hohlspiegels. Statt des Planspiegels wird die den neusilbernen Concav- und Convexspiegel tragende Holzfassung symmetrisch zum Durchmesser  $O-O$  angeschraubt und die Scheibe so gestellt, dass der Concavspiegel der Sonne zugewendet ist. Hierauf wird unter Anwendung des Spaltbleches  $A$  zunächst mit einem einzelnen Strahle, den man (Drehung der Scheibe und der Blending!) durch den mittels einer Nadel markierten Krümmungsmittelpunkt oder an beliebigen Punkten parallel der Achse einfallen lässt, das Reflexionsgesetz für die Hauptstrahlen nachgewiesen. Sodann bringt man das Spaltblech  $C$  an und lässt die sieben Parallelstrahlen (die Randstrahlen rot und grün gefärbt) parallel der Achse einfallen. Es zeigt sich hierbei die annähernde Vereinigung im Brennpunkte. Nimmt man das Spaltblech ganz weg, so fällt statt der getrennten Strahlen ein breites Strahlenband auf den Spiegel, und es zeigt sich die katakautische Fläche.

3. Wirkung und Gesetze des Convexspiegels. Die diesbezüglichen Versuche werden ganz analog denen mit dem Hohlspiegel durchgeführt.

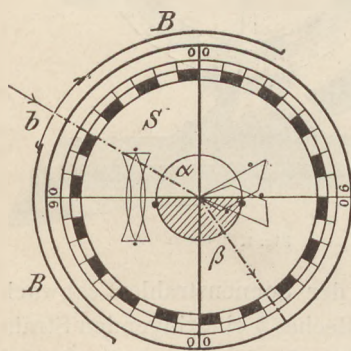


Fig. 2.

4. Einfache Lichtbrechung und Brechungsgesetz. Die halbkreisförmige Glasplatte wird angeschraubt und mittels des Spaltbleches  $A$  ein Strahl auf den Mittelpunkt geleitet. Der Strahl wird (Fig. 2) beim Eintritte in die Glasplatte gebrochen, tritt aber ohne neuerliche Brechung aus. Einfalls- und Brechungswinkel werden durch den Lichtstrahl unmittelbar markiert. Durch Drehen der Scheibe  $S$  wird der Einfallswinkel variiert. Zum Nachweise des Brechungsgesetzes wird aus einem ersten Versuche der Brechungsindex des Glases bestimmt, bei den weiteren Versuchen aber aus dem jeweiligen Einfallswinkel  $\alpha$  der Brechungswinkel  $\beta$  berechnet und das Rechenresultat durch den Versuch bestätigt.

Dreht man die Scheibe  $S$  so weit, dass der Lichtstrahl an der krummen Fläche eintritt, so erhält man beim Austritte Brechung vom Lote, wobei auch die auftretende Farbenzerstreuung zu beachten ist. Auch der Übergang zur Totalreflexion, die bei den violetten Strahlen beginnt, lässt sich sehr schön zeigen.

5. Die Brechung durch eine planparallele Platte wird gezeigt, indem man einen Lichtstrahl auf eine der Parallelfächen der in Fig. 1 dargestellten trapezförmigen Platte leitet.

6. Prismatische Brechung und Farbenzerstreuung. Unter Anwendung des Spaltbleches *A* und eines grünen Glasplättchens wird zunächst ein „homogener“ Lichtstrahl so auf die in den Scheibemittelpunkt eingestellte brechende Kante der trapezförmigen Glasplatte (Fig. 1) geleitet, dass ein Teil des Strahles neben der Kante vorübergeht, während der andere Teil prismatisch gebrochen wird (die Glasplatte ist so eingestellt, dass der brechende Winkel durch den Scheibendurchmesser  $90-90$  halbiert wird). Die Grösse der Ablenkung ergibt sich durch Summierung der Winkel  $\alpha$  und  $\beta$ . Durch Drehung der Scheibe *S* lässt sich (für  $\alpha = \beta$ ) das Gesetz für das Minimum der Ablenkung nachweisen. Die trapezförmige Platte gestattet, einmal einen brechenden Winkel von  $60^\circ$ , das anderemal von  $45^\circ$  zu verwenden und dadurch die Abhängigkeit der Ablenkung vom brechenden Winkel zu zeigen.

Bei Anwendung weissen Lichtes zeigt sich neben der Brechung auch die Farbenzerstreuung. Das Spektrum lässt sich auch auf einem an den Rand der Scheibe gehaltenen weissen Carton in der üblichen Weise auffangen.

7. Wirkung der Sammel- und Zerstreuungslinsen. Die betreffende Cylinderlinse wird an der vorgezeichneten Stelle aufgeschraubt und zunächst — ganz analog dem Versuche 2 — unter Anwendung des Spaltbleches *A* das Brechungsgesetz für die Hauptstrahlen entwickelt. Sodann werden die Versuche mit dem Spaltbleche *B* (Fig. 3) und endlich mit der freien Öffnung der Blending durchgeführt, wobei sich auch die diakaustische Kurve schön zeigt. (Wie überall, so ist auch hier festzuhalten, dass durch Drehen der Blending der einfallende Lichtstrahl sich selbst parallel verschoben und durch Drehen der Scheibe *S* seine Einfallsrichtung gegen den optischen Körper verändert wird.)

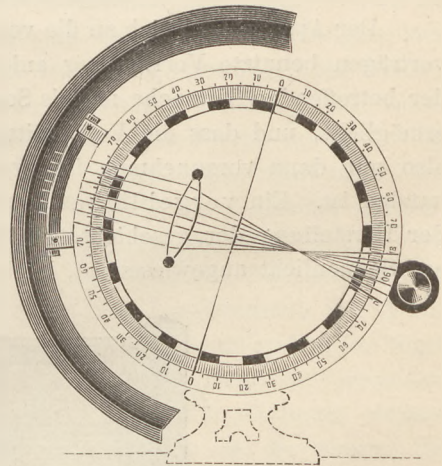


Fig. 3.

8. Erklärung des Regenbogens. Der Wassertropfen wird durch eine kreisförmige Platte ersetzt, auf die man den Lichtstrahl durch entsprechendes Einstellen der Blending so einfallen lässt, bis das spektral zerlegte Strahlenbündel, welches zur Erklärung des Regenbogens dient, sichtbar wird. Dieses Strahlenbündel ist allerdings sehr lichtschwach und wird erst deutlicher, wenn man auf geeignete Weise, etwa durch Herablassen der Fenstervorhänge, die diffuse Beleuchtung der Scheibe *S* in ihrer Intensität herabsetzt. Übrigens ist zu beachten, dass ja der Regenbogen selbst eine lichtschwache Erscheinung ist und der Apparat eben auch diesen Umstand getreu zur Darstellung bringt, zugleich aber auch die Ursache der Lichtschwäche, die Lichtverluste an der Eintrittsstelle und Reflexionsstelle, deutlich zeigt.

Fallen bei diesem oder einem der früheren Versuche die einfallenden Lichtstrahlen teilweise auf die Vorderfläche der optischen Platte, so treten störende Nebenerscheinungen auf, die sofort verschwinden, wenn man das Spaltblech etwas nach rückwärts schiebt. Das Spaltblech ist stets so einzulegen, dass der nicht durchbrochene Teil desselben nach vorn liegt.

Ausser den angeführten Versuchen lassen sich auch durch blosses Anhalten einzelner optischer Platten an die Scheibe *S* mannigfache Combinationen, z. B. Sammellinse und Zerstreulinse, Prisma und Linse u. dgl. durchführen. Hingewiesen sei noch darauf, dass die optische Scheibe die betreffenden Erscheinungen in voller Übereinstimmung mit den zur theoretischen Behandlung dienenden Tafelzeichnungen darstellt, was für den Unterricht von besonderem Vorteil ist.

Ebenso wie mit Sonnenlicht arbeitet die optische Scheibe auch mit künstlichem Lichte entsprechender Stärke. Im Wiener Vereine für physik. u. chem. Unterr. wurde die optische Scheibe mit elektrischem Skioptikon-Licht im mit Gas- und Glühlampen erleuchteten Saale bestrahlt und zeigte dabei alle Erscheinungen in deutlichster Weise.

(Preis der optischen Scheibe einschliesslich der Spiegel und der aus feinstem Krystallglaste geschliffenen Platten 33 fl = 55 M.; auf Verlangen werden auch Ergänzungen, wie parabolischer Hohlspiegel, verschiedene Linsenformen u. dgl. geliefert. Ein Reflektor zum Zuwerfen des Sonnenlichtes 4 fl 80 = 8 M.)

## II. Apparat für krummlinigen Strahlengang durch ein Mittel von ungleicher optischer Dichte.

Der Apparat, der sich an die vom Physiker Herrn Dähne in seinen Experimentalvorträgen benutzte Vorrichtung anlehnt, hat den Vorteil, dass er die Durchführung der betreffenden Versuche mittels Sonnenlichtes auch im unverdunkelten Zimmer ermöglicht, und dass die Vorbereitung des Versuches nur wenige Minuten erfordert, also nur dann vorzunehmen ist, wenn man weiss, dass das nötige Sonnenlicht vorhanden ist. Ein vergebliches Vorbereiten des Versuches, wie es dort, wo man mit der Herstellung der geschichteten Flüssigkeit schon tags vorher beginnen muss und auf Sonnenlicht angewiesen ist, leicht vorkommen kann, ist also hier ausgeschlossen.

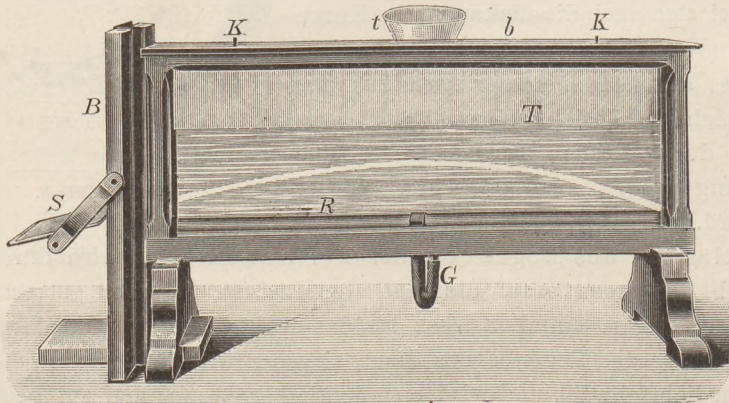


Fig. 4.

Der Apparat besteht aus einem rings verglasten Troge *T* (Fig. 4) von 50 cm Länge, 15 cm Höhe und 5 cm Breite, der auf zwei Holzfüssen aufsteht. Eine Röhre *R* aus Messing, die auf dem Boden des Troges liegt, ist mit mehreren kleinen, nach abwärts gekehrten Öffnungen versehen und durch ein in den Boden gekittetes vertikales Rohr mit einem Gummischlauch *G* und durch diesen mit einem Trichter *t* verbunden, der für gewöhnlich in einem an der oberen, rückwärtigen Holzleiste angeschraubten Drahtbügel sitzt. Trichter, Schlauch und Röhre bilden die Füllvorrichtung, durch welche in einigen Minuten die für den Versuch benötigte geschichtete Flüssigkeit im Troge hergestellt wird. Andererseits können mit dieser Vorrichtung die ein-

zelenen Schichten wieder abgezogen und für spätere Wiederholungen des Versuches aufbewahrt werden. Zur Herstellung der geschichteten Flüssigkeit benutzt man reines Wasser und Chlorcalciumlösungen von 4, 8, 12 . . . . . bis 40 % Chlorcalciumgehalt. Diese Lösungen werden ausserdem entsprechend ihrer Concentration mit Ketonblau verschieden stark gefärbt. Die Lösungen werden in Medicinflaschen von je 200 cm<sup>3</sup> Inhalt bereitgestellt. Jedes Fläschchen ist vollkommen gefüllt und mit einer den Procentgehalt der Lösung angegebenden Etiquette versehen. Die Füllung durch den Trichter beginnt mit dem Wasser und schreitet von den schwächsten zu den stärksten Chlorcalciumlösungen vor. Dabei senkt man den Trichter so tief, dass stets die Flüssigkeit bis zum Fusse des Trichterkegels reicht. Dadurch vermeidet man, dass Luftblasen in die Füllvorrichtung eintreten. Das Aufsteigen solcher Blasen aus der Röhre *R* würde zur Mischung der Schichten beitragen. Nach erfolgter Füllung des Troges, an dessen Rückwand eine matte Milchglasplatte angebracht ist, sieht man, durch die verschieden starke Färbung von einander abgehoben, ganz deutlich die einzelnen Schichten, sodass dem Schüler die Constitution der Flüssigkeit sinnfällig vor Augen tritt. Der Apparat wird nun so in direktes Sonnenlicht gestellt, dass die Strahlenrichtung die Glasplatte sehr flach schneidet. Die Beschattung des Apparates geschieht durch eine aus zwei Brettchen (*b* und *B*) bestehende Blendung. *b* wird auf zwei drehbare Drahtstifte *KK*, welche gleichzeitig zum Festhalten der Milchglasplatte dienen, aufgesetzt. *B* hat in der Mitte eine lange rechteckige Öffnung, über welcher ein mit einem Spalte versehenes rechteckiges Blech verschoben werden kann. Durch diesen Spalt wird mittels eines nach allen Richtungen verstellbaren Spiegels *S* ein Strahlenbündel in den Trog geleitet. (Das Spaltblech kann mit dem Spalt nach oben oder nach unten in die an der Blendung *B* angebrachte Führung eingesetzt werden.) Dieses Strahlenbündel zeichnet in der durch die Figur veranschaulichten Weise seine krumme Bahn scharf auf der Milchglasplatte ab. Durch Verstellen des Spiegels lässt sich die Erscheinung vielfach verändern. Will man auch das Eintreten der Totalreflexion recht schön zeigen, wobei der im Bogen aufsteigende Strahl wieder im Bogen absteigt, so ist es vorteilhaft, von jeder Lösung nur etwa die Hälfte zu verwenden. Zu bemerken ist noch, dass der austretende Strahl auf einem vorgehaltenen weissen Carton das Spektrum zeigt, dessen Beobachtung insbesondere an der Grenze der Totalreflexion nicht versäumt werden soll. Der durch den unteren Spalt nach aufwärts eintretende Strahl giebt vor der Totalreflexion das Spektrum oben, nach der Totalreflexion unten auf dem vorgehaltenen Carton. Beim Übergange trennt sich das Spektrum. Der rote Teil erscheint noch oben, der bereits total reflektierte blaue Teil schon unten auf dem Carton.

Nach Durchführung der Versuche lässt man die einzelnen Flüssigkeitsschichten durch den Schlauch in die entsprechenden Fläschchen (in der Reihenfolge von den stärksten zu den schwächsten Lösungen) ablaufen, bis jedes derselben voll ist. Die so abgezogenen Lösungen können wiederholt benutzt werden. (Preis des Apparates ausschliesslich der Lösungen 23,50 M.)

## B. Hydromechanik.

I. Präcisions-Bodendruckapparat mit stetiger selbstthätiger Anzeige der Druckhöhe und des Bodendruckes.

Ein eisernes Gestell *G* (Fig. 5) trägt bei *M* einen hohlen Metalcyliner, in welchen unten ein Glasecyliner von 36 mm lichter Weite eingekittet ist. Oben können auf den Metalcyliner die Aufsatzgefässe *C*, *C*<sub>1</sub> und *C*<sub>2</sub> aufgesetzt werden. In jenem Glas-

cylinder ist ein Ebonitkolben *K* leicht verschiebbar eingesetzt, an dessen Umfange eine Nut eingedreht ist, die mit 20 g Quecksilber gefüllt wird. Der so gebildete Quecksilberring bewirkt eine vorzügliche Abdichtung des Kolbens, ohne eine nennenswerte Reibung zu ergeben. (Diese Dichtung ist meines Wissens zuerst von Herrn Steflitschek für seinen Bodendruckapparat verwendet worden.) Der Ebonitkolben trägt unten einen Stahlstift *t*, der durch eine Führung *f* gesteckt ist und mit seiner Spitze auf der entsprechenden Pfanne eines U-förmigen Gehänges ruht, das (mittels Schneiden) an dem Zeiger *Z* einer empfindlichen Zeigerwage angehängt ist.

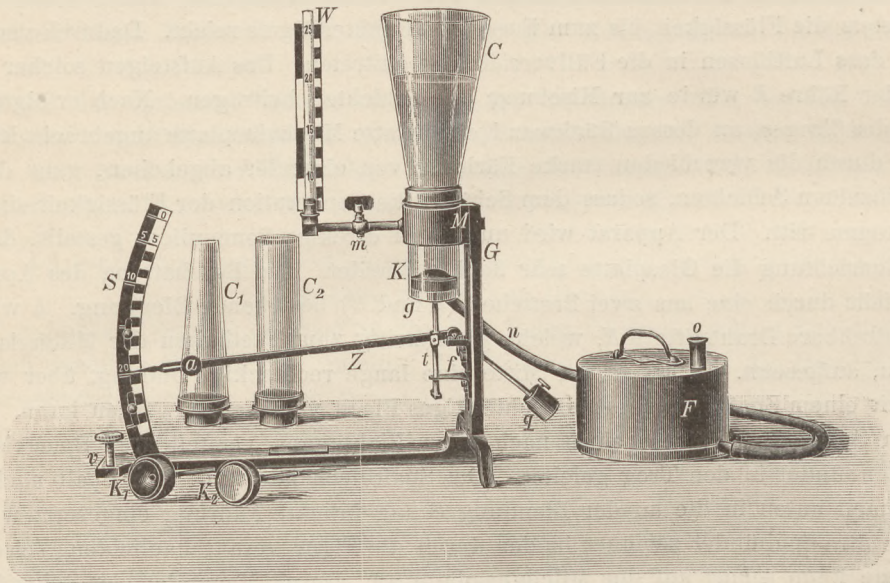


Fig. 5.

Die Pfannen für die Schneiden der Zeigerwage sind an dem Gestelle *G* aufgeschraubt. Das verschiebbare Scheibengewichtchen *a* dient zum Justieren. Die Skala *S*, die eine weithin sichtbare Teilung trägt, giebt den auf den Ebonitkolben ausgeübten Druck in Dekagrammen an. Von dem Metallcylinder *M* geht ein mit einem Hahne versehenes Querrohr *m* aus. Dieses mündet in ein hohles Messingklötzchen, auf welchem ein Glasrohr *W* aufgeschraubt ist, das bei offenem Hahne *m* an einer Centimeterskala die jeweilige Höhe des Wasserniveaus in *C* über dem Ebonitkolben (und zwar schon unter Berücksichtigung der Senkung des letzteren) angiebt. Zur besseren Ablesung empfiehlt es sich, das Wasser durch Fluorescein zu färben. Von dem Metallcylinder *M* geht noch ein zweites Rohr aus, welches durch einen Schlauch *n* mit dem cylindrischen Füllgefäße *F* verbunden ist. Ein Hahn, an dem Ansatzrohre des Gefäßes *F* angebracht, gestattet die Verbindung zwischen *C* und *F* herzustellen oder aufzuheben. Das aufgesetzte Rohr *o* verhindert das Ausspritzen des Wassers aus *F*. (In der neueren Ausführung ist das Füllgefäß *F* mit pneumatischem Knopfverschlusse versehen und aus Glas, wodurch das Ab- und Zuströmen des Wassers sichtbar wird.)

Die Versuche werden in folgender Weise ausgeführt: Zuerst wird das Gefäß *F* mit Wasser gefüllt. Dann wird mittels einer Pipette die angegebene Menge Quecksilber (20 g) auf den Kolben gebracht und der Quecksilberring gebildet, wobei man mittels der Stellschraube *v* den Apparat so einstellt, dass der Ring überall gleich stark erscheint. Steht der Zeiger jetzt nicht auf dem Nullpunkte der Skala *S*, so wird das Scheibengewicht *a* so weit verschoben, bis die Nullstellung des Zeigers

erreicht ist. Nun lässt man aus einer Pipette soviel Wasser über der Mitte des Ebonitkolbens auslaufen, bis derselbe 1—2 cm hoch mit Wasser bedeckt ist. (Dadurch wird ein Zerreißen des Quecksilberringes vermieden, das sonst eintreten könnte, wenn man das Wasser sofort vom Füllgefäße, also seitlich, einströmen liesse.) Hierauf wird einer der drei Aufsätze  $C$  auf den Metallcylinder  $M$  aufgesetzt. Durch Heben des Füllgefäßes  $F$  (bei offenen Hähnen bzw. niedergedrücktem Knopfe) lässt man nun Wasser einlaufen, welches in  $C$  und  $W$  gleichmässig steigt. Während nun der Wasserspiegel in  $W$  die Druckhöhe 5, 6, 7, 8 . . . . . 25 cm zeigt, weist gleichzeitig der Zeiger der Zeigerwage den Bodendruck 5, 6, 7, 8 . . . . . 25 dg, da die Bodenfläche des Ebonitkolbens genau 10 cm<sup>2</sup> beträgt, also jedem cm Druckhöhe 1 dg Bodendruck entspricht. Um eine bestimmte Einstellung festzuhalten, sperrt man das Füllgefäß ab und stellt es auf den Tisch. Es zeigt z. B. (s. die einer photographischen Aufnahme nachgebildete Fig. 5) der Wasserstand die Druckhöhe 20 cm, die Zeigerwage den Bodendruck 20 dg an. Nun zeigt man zunächst, dass das Wasser in  $W$  keinen Einfluss ausübt, indem man es durch den Hahn  $m$  absperrt. Der Druck wird dadurch nicht verändert. Dass der Bodendruck der Druckhöhe proportional ist, zeigt sich auch wieder beim Entleeren des Gefäßes  $C$ , das durch Aufdrehen des Hahnes (Niederdrücken des Knopfes) am Füllgefäße bewirkt wird. Zum Nachweise des hydrostatischen Paradoxons wird nun das Aufsatzgefäß  $C$  durch  $C_1$  und  $C_2$  ersetzt und der Versuch wie oben wiederholt. Auch das Wasserstandsglas  $W$  kann als viertes, sehr charakteristisches Aufsatzgefäß dienen. Man füllt (bei abgehobenem Aufsatz  $C$ ) den Metallcylinder  $M$  genau bis zum oberen Rande und bedeckt diesen mit einer dicht schliessenden Platte, die man mit einem entsprechenden Gewichte (500 g oder 1 kg) beschwert. Sodann lässt man Wasser zuströmen, welches jetzt lediglich im Wasserstandsglase aufsteigt. Auch jetzt zeigt die Wage für  $n$  cm Druckhöhe  $n$  dg Bodendruck an. Im Zusammenhalte mit der vorher demonstrierten Tatsache, dass bei aufgesetztem Gefäß  $C$  das Wasser des Wasserstandsglases ohne Druckveränderung abgesperrt werden kann, trägt dieser Versuch zur Vertiefung des Verständnisses der vorgeführten Erscheinungen wesentlich bei.

Dieselben Versuche, welche man zuerst mit der ebenen Bodenfläche durchgeführt hat, können nun durch Auswechslung der Ebonitkolben  $K$ ,  $K_1$  und  $K_2$  auch mit einer concaven und convexen Bodenfläche wiederholt werden (in der Fig. 5 ist der convexe Kolben eingesetzt), wobei sich die Unabhängigkeit des nach abwärts gerichteten statischen Druckes von der Form der Bodenfläche zeigt. Bei Auswechslung der Kolben ist es ebenso wie bei Beginn der Versuche zu empfehlen, den Glascylinder mittels Filtrierpapiere sorgfältig zu trocknen und zu putzen, da sonst die durch das anhaftende Wasser bewirkte Adhäsion die Einstellung des Druckzeigers doch etwas, wenn auch nur wenig, beeinflusst\*). Nicht uninteressant ist es auch, folgenden Versuch durchzuführen. Gelegentlich der Demonstration des hydrostatischen Paradoxons hält man für jeden Aufsatz die Stellung für 20 cm Druckhöhe fest und lässt in jedem Falle einen entsprechenden cylindrischen Körper (z. B. ein an einem Faden aufgehängtes, beschwertes Fläschchen) in das Wasser eintauchen. Der Bodendruck zeigt dann für die verschiedenen Aufsätze  $C$  verschiedene Zunahmen, die lediglich der Zunahme der Niveauhöhe entsprechen. Dasselbe zeigt sich bei Anbringung eines Schwimmers, z. B. eines mit Schrot beschwerten Probiertgläschens. Ver-

\*) Der Beeinflussung der Zeigerstellung durch Reibung und Adhäsion kann durch mässiges Aufschlagen der Faust auf die Tischplatte entgegengewirkt werden.

glichen mit den analogen Erscheinungen für ein auf einer Wagschale stehendes mit Wasser gefülltes Gefäß, entbehren jene Versuche nicht eines gewissen Lehrwertes. — Dass der beschriebene Apparat, der ein ungemein bequemes, sauberes Arbeiten gestattet, auch zum Nachweise des Gesetzes der communicierenden Röhren (*W* in Verbindung mit den einzelnen Aufsätzen) verwendet werden kann, ist einleuchtend. Der Apparat kostet mit allem Zubehör 74 M.

II. Apparat zum Nachweise, dass der hydrostatische Druck von der Tiefe der gedrückten Fläche unter dem Niveau, nicht aber von ihrer Neigung gegen das Niveau abhängig ist.

Der in Fig. 6 dargestellte Apparat besteht aus einem Glasgefäße *G*, auf dessen einen Rand eine Klemme *K* aufgesetzt ist. Diese trägt eine federnde Messinghülse,

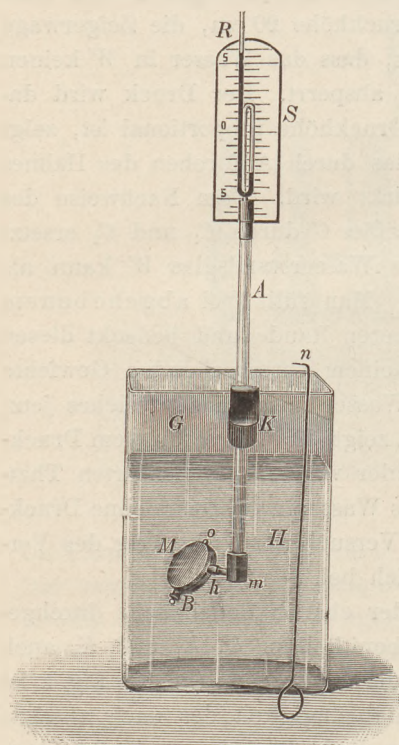


Fig. 6.

in welcher eine starke Glasröhre *A* mit mässiger Reibung auf- und abwärts verschoben werden kann. Das untere Ende von *A* ist in ein innen ausgebohrtes Messingklötzchen *m* eingekittet, von welchem andererseits ein horizontales Messingröhrchen *h* ausgeht. Auf diesem sitzt ein zweites, luftdicht aufgeschliffenes Messingröhrchen drehbar (nach Art eines Hahnes) auf, das mit seinem offenen Ende in das Innere eines schmalen Messingringes *B* führt, der beiderseits durch Kautschukmembranen *M* geschlossen ist. Diese Membranen bilden die Druckflächen, deren gemeinsamer Mittelpunkt seine Lage nicht verändert, wenn *B* um die horizontale Achse von *h* gedreht wird. Das obere Ende der Röhre *A* trägt — luftdicht eingesetzt — ein mit gefärbtem Wasser gefülltes Manometer *R* und die Skala *S*. Manometer und Skala können beliebig gedreht und leicht abgenommen werden. Zwischen den Membranen einerseits und der manometrischen Flüssigkeit andererseits ist eine ganz bestimmte Luftmenge dicht abgeschlossen, welche den Cylinder *B*, das Querstück *h* und die Röhre *A* erfüllt. Schiebt man die Röhre *A* so hoch empor, dass die Membranen *M*

vollständig ausser Wasser liegen, so zeigt das Manometer auf Null. Wird nun die ganze Vorrichtung in das Wasser gesenkt, so werden die Membranen durch den hydrostatischen Druck nach einwärts gebogen, was eine Verdichtung der abgesperrten Luft und daher ein Steigen des Manometers herbeiführt. Je tiefer die Membranen unter dem Niveau stehen, desto grösser zeigt sich am Manometer der ausgeübte Druck. Nun hält man in einer beliebigen Höhe die Röhre *A* fest und dreht mit Hilfe des Messingdrahtes *H*, mit dessen umgebogenem Ende *n* man einen der diametral gegenüber stehenden Ringe *O* fasst, den Cylinder *B* um 360°. Hierbei nehmen die Membranen alle möglichen Lagen gegen das Niveau an, während das Manometer unverändert denselben Druck anzeigt und damit die Unabhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Neigung der gedrückten Fläche schlagend nachweist. Der Versuch wirkt um so überzeugender, als das Manometer sehr empfindlich ist und selbst bei geringen Verschiebungen der Vorrichtung in vertikaler Richtung die



dadurch bewirkte Veränderung des hydrostatischen Druckes deutlich anzeigt. Dass man auch die Abhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Dichte der Flüssigkeit nachweisen kann, indem man das Wasser durch eine Salzlösung von gleichem Niveau ersetzt und die bezüglichen Manometerstände mit einander vergleicht, ist selbstverständlich, ebenso, dass man während des Versuches starke Temperaturänderungen, welche die Spannkraft der abgesperrten Luft und daher den Manometerstand beeinflussen könnten, zu vermeiden hat. Für solche Temperaturänderungen liegt ja ohnehin kein Anlass vor (Preis einschl. Gefäß 17 M. Auf Verlangen wird der Apparat auch mit einer Membran geliefert).

### III. Schwimmer

zur Erläuterung der Bedingungen für das Schwimmen der Körper und des Unterschiedes zwischen hydraulischem und hydrostatischem Druck.

Die in Fig. 7 dargestellte Vorrichtung ist eine Abänderung des bekannten von Herrn Dr. Vogel angegebenen „Apparates zur Erläuterung des Auftriebes und Niederdruckes von Flüssigkeiten“, durch welchen gezeigt wird, dass das Schwimmen auch der leichtesten Körper nur eintreten kann, wenn ein Auftrieb wirksam wird. Als Vorteile der in Fig. 7 dargestellten Abänderung erscheinen mir die bedeutend vereinfachte Konstruktion und der dadurch bedingte niedrigere Preis, ferner die vollständige Durchsichtigkeit des Apparates und die später zu besprechenden Vorrichtungen zum Variieren der Versuche. Endlich soll nicht unbeachtet bleiben, dass der Apparat auch einen Hinweis auf ähnliche Verhältnisse bei Caissons gestattet.

In den Glascylinder *G* ist ein metallener Boden *B* eingekittet, auf welchem halbdicht ein zweiter Glascylinder *C* lose aufsitzt. Dieser ist oben durch einen aufgeklüppelten Messingdeckel *n* geschlossen, durch welchen die Glasröhre *R* luftdicht gesteckt ist. An ihrem unteren Ende ist die Metallscheibe *M* angekittet. In die Röhre *R* ist oben ein durchbohrter Kautschukpfropfen gesteckt, in dessen Bohrung ein Manometer *m* eingesetzt werden kann. Für gewöhnlich ist dasselbe abgehoben. Führt

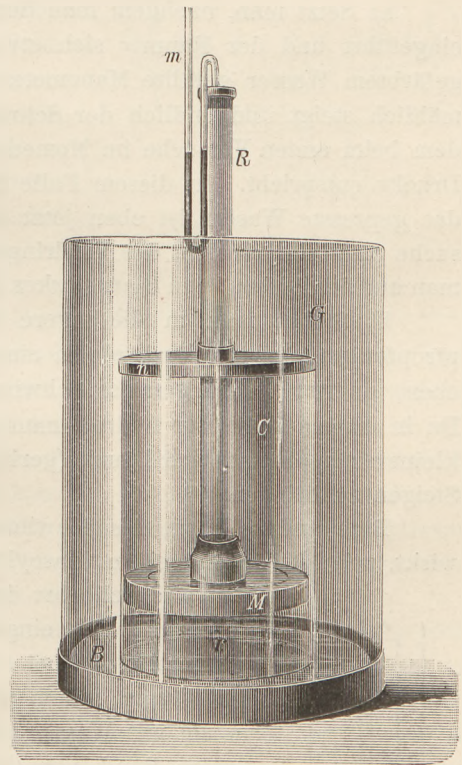


Fig. 7.

man den Cylinder *C* in das mit Wasser gefüllte Gefäß *G* ein, so schwimmt derselbe, wobei das Wasser den Raum *r* und die Röhre *R*, letztere bis zur Höhe des äusseren Niveaus, erfüllt. Führt man aber den Cylinder *C* aus der Luft in das Wasser ein, indem man das obere Ende von *R* mit dem Daumen dicht verschliesst, und setzt man den Cylinder mit leichtem Drucke auf die Bodenplatte *B*, so wird er, wenn man nun den Daumen von *R* entfernt, nicht aufsteigen, sondern fest auf den Boden gedrückt. (Man kann auch so vorgehen, dass man den Cylinder *C* einfach auf den Boden setzt und dann bei *R* kräftig Luft einbläst.) In diesem Falle ist der Raum *r* fast ganz mit Luft gefüllt. Es ist also an der unteren Fläche von *M* kein Wasser,

also auch kein Auftrieb vorhanden, und der Schwimmer wird daher mit einer aus seinem Gewichte und dem auf  $n$  von dem darüber stehenden Wasser ausgeübten hydrostatischen Drucke zusammengesetzten Kraft an den Boden gedrückt. Dringt nun allmählich Wasser in den Raum  $r$ , so erreicht dasselbe endlich die Platte  $M$ , und man sollte meinen, dass jetzt schon der Auftrieb wirksam wird und der Schwimmer aufsteigt (vergl. die Erklärung des Dr. Vogelschen Apparates). Dies geschieht jedoch nicht. Das Wasser unter  $M$  wird durch den äusseren Druck getrieben, kann aber, da es die Röhre  $R$  zum Fortströmen offen hat, ebensowenig eine Pressung erfahren, wie z. B. ein nur einseitig gedrückter freier Stab. Das Wasser übt in diesem Stadium lediglich einen hydrodynamischen Druck aus, der mit Rücksicht auf die kleine Eintrittsfläche und den relativ grossen Querschnitt von  $R$  sehr gering ist. Sobald aber das Wasser in der Röhre  $R$  emporsteigt, bildet sich unter  $M$  ein allmählich wachsender hydrostatischer Druck aus, der endlich den Schwimmer zum Steigen bringt. Dafür, dass die vorstehende Auffassung der Erscheinung richtig ist, sprechen folgende Variationen des Versuches.

a) Setzt man, nachdem man den Cylinder  $C$  in der früher beschriebenen Weise eingeführt und der Raum  $r$  sich etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt hat, das mit gefärbtem Wasser gefüllte Manometer auf  $R$ , so sieht man, wie das Manometer allmählich steigt und endlich der Schwimmer emporsteigt, wenn der Manometerdruck dem beim ersten Versuche im Momente des Aufsteigens herrschenden hydrostatischen Drucke entspricht. In diesem Falle ist der Raum  $r$  zum Teil noch mit Luft erfüllt; das gepresste Wasser ist eben jetzt durch gepresste Luft ersetzt. (Bei diesem Versuche empfiehlt es sich, das Eindringen des Wassers dadurch zu verlangsamen, dass man auf den Boden  $B$  ein Blatt starkes Filtrierpapier legt und darauf den Cylinder setzt.)

b) Steckt man in die untere Öffnung von  $R$  einen durchbohrten Kautschukpfropfen und durch diesen ein in eine nicht zu feine Spitze ausgezogenes Glasröhrchen, so tritt das Steigen des Schwimmers viel früher ein, was leicht erklärlich ist. Da in diesem Falle der hydrodynamische Druck viel grösser ist, so genügt eben ein kleinerer hydrostatischer Druck (geringere Wasserhöhe in  $R$ ), um den Schwimmer zum Steigen zu bringen.

Eine andere Form des Schwimmers, in welcher die Erscheinung fast paradox wirkt, zeigt Fig. 8. In einen Glaseylinder  $C$ , dessen starker, unten ausgehöhlter Boden  $n$  durchbohrt ist, ist ein mit der Erweiterung  $g$  versehenes Glasrohr  $R$  fest eingekittet (bei  $n$ ). Ein kleiner Steg  $t$  aus Messingblech hält das bei  $o$  offene Glasrohr am oberen Rande von  $C$  fest. Führt man, indem man  $o$  mit dem Daumen zuhält, diese Vorrichtung in ein mit Wasser gefülltes Gefäss  $G$ , so dass der eben geschliffene untere Rand von  $C$  auf dem Boden des Gefässes halbdicht aufsteht, so wird der Schwimmer, nachdem man den Daumen von  $o$  entfernt hat, festsitzen. Allmählich dringt nun das Wasser in den Schwimmer ein, und wenn dasselbe eine gewisse Höhe, z. B.  $m$  erreicht hat, steigt der Schwimmer empor. Dass der Schwimmer erst dann, wenn er sich gewissermaassen mit Wasser beladen hat, zu steigen vermag, wirkt auf den ersten Anblick überraschend, umso mehr, als der Schwimmer, wenn man ihn in gewöhnlicher Weise in's Wasser bringt, anfänglich höher schwimmt und allmählich, während das Wasser in  $g$  und  $R$  eindringt, tiefer sinkt, also gerade das entgegengesetzte Verhalten zeigt. Bei Anwendung dieses Schwimmers

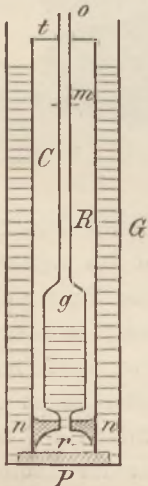


Fig. 8.

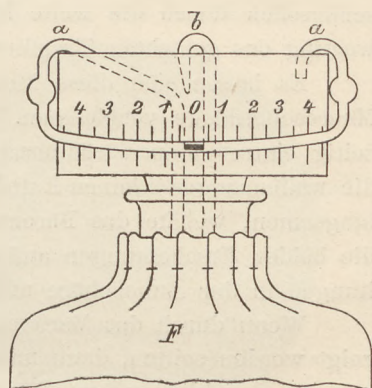
kann ein beliebiger, entsprechend hoher Glaszylinder benutzt werden, auf dessen Boden eine ebene Glas- oder Metallplatte aufgeklebt ist<sup>1)</sup>. (Preis der Vorrichtung Fig. 7 mit allem Zubehör 15 M., des Schwimmers Fig. 8 ohne Glasgefäss 5 M.).

## Apparat zur Beobachtung und Demonstration kleiner Luftdruckschwankungen (Variometer).

Von

F. v. Hefner-Alteneck in Berlin.

Der Oberteil dieses sehr einfachen und dauernd wirkenden Apparates ist in der beigedruckten Figur in halber natürlicher Grösse abgebildet. Er ist auf der mit schlechten Wärmeleitern, Wolle, Filz oder dergl. umhüllten Literflasche *F* aufgesetzt und besteht aus zwei Glasröhren *a* und *b*, welche durch zwei Durchbohrungen eines Gummipfropfens in die sonst abgedichtete, luftgefüllte Flasche münden. Das eine, längere dieser Röhre (*aa*) hat 2 bis höchstens 3 mm Weite und ist mehrfach gebogen, wie aus der Figur zu erkennen ist, erst abwärts, dann wagrecht, dann aufwärts und schliesslich an der äusseren Mündung wieder abwärts, letzteres nur, damit kein Staub hineinfällt. Der wagrechte Teil ist etwa 10 cm lang und in einem sehr flachen Kreisbogen nach unten ein wenig durchgebogen, so dass er in der Mitte etwa um 4 mm tiefer liegt wie an beiden Seiten. In diesem Rohrteile, hinter welchen auch eine kleine Centimeter-Skala eingeschoben ist, spielt ein gefärbter, leichtflüssiger Tropfen, beispielsweise Petroleum, schwach mit Azobenzol gefärbt.



In die beiden lotrecht stehenden Teile der Röhre sind kleine Kugeln oder Erweiterungen eingeblasen, damit beim Eindrücken des Pfropfens u. s. w. der Tropfen niemals nach aussen geworfen wird. Die zweite Glasröhre *b* ist einfach umgebogen und mündet in einer sehr fein ausgezogenen Spitze (oder in einem Stückchen angeschmolzenen Thermometerrohres) ohne weiteres nach aussen.

Die Wirkungsweise ist folgende: Wenn aussen und im Innern der Flasche vollkommen gleiche Luftdrucke herrschen, dann hat der gefärbte Tropfen vermöge der Schwerkraft die tiefstliegende, d. h. die mittlere Stelle im Rohre eingenommen.

Tritt nun eine einseitige Änderung des Luftdrucks ein, so kann sie sich sowohl durch die feine Spitze (*b*) wie durch Verschiebung des Tropfens im verhältnismässig weiten Rohr (*a*) ausgleichen. Die feine Spitze lässt in gegebener Zeit nur sehr wenig Luft hindurchgehen, diese genügt aber für den Druck-Ausgleich, so lange die auszugleichenden Änderungen nur sehr langsam vor sich gehen. Es ist dabei ganz gleichgültig, ob die Druckänderungen äusserlich im Zusammenhange mit dem Steigen und

<sup>1)</sup> Sämtliche oben beschriebenen Apparate, welche zu Weihnachten 1895 in der in Wien tagenden Konferenz der Directoren und Fachvorstände der österreichischen Gewerbeschulen, früher schon im technischen Vereine in Reichenberg und am 1. Februar d. J. im Wiener „Vereine zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes“ vorgeführt wurden, werden von Herrn Julius Antusch, Mechaniker in Reichenberg, Deutschböhmen, aufs sorgfältigste hergestellt und zu den oben angegebenen Preisen geliefert.

Fallen des Barometers oder im Innern der Flasche durch Temperaturveränderung entstehen. Die ersteren haben ohnedem immer einen langsamen Verlauf, bei den letzteren wird die Langsamkeit, für nicht aussergewöhnliche Fälle, durch die schlecht Wärme leitende Umhüllung der Flasche gewährleistet. Mässige Temperaturveränderungen und die grossen, langsam verlaufenden Luftdruckschwankungen, welche wir am Barometer abzulesen gewohnt sind, üben also keinen merklichen Einfluss auf die Stellung des Tropfens im Rohre aus und werden von dem Variometer nicht angezeigt.

Anders verhält es sich aber mit den in der Atmosphäre häufig auftretenden kleinen Luftdruckschwankungen, welche das Barometer nicht mehr anzeigt. Diese haben einen wellenartigen und so schnellen Verlauf, dass sie die Luftmenge, welche zu ihrem Ausgleiche mit dem Luftdruck im Innern der Flasche erforderlich ist, nicht durch die feine Spitze befördern können. Der Ausgleich findet darum fast ausschliesslich durch die weite Röhre statt und kommt darin durch Hin- und Herbewegung des gefärbten Tropfens zum Ausdruck.

Es lassen sich diese kleinen Schwankungen ungefähr mit den Wellen auf der Meeresoberfläche vergleichen. Ebenso wie sich diese unabhängig von etwa gleichzeitig eintretenden Veränderungen der Meereshöhe beobachten lassen, können auch die wellenartigen kleinen Luftdruckschwankungen sehr wohl getrennt von den grossen langsamen, welche das Barometer anzeigt, zur Darstellung gebracht werden. Wie die beiden Erscheinungen auf dem Meere haben auch beide Arten von Druckschwankungen in der Atmosphäre nicht notwendig die gleichen Ursachen.

Wenn durch das Variometer auch die grossen Luftdruckschwankungen angezeigt werden sollten, dann müsste bei der Empfindlichkeit, welche zur sichern Beobachtung der kleinen erforderlich ist, die Röhre viele Meter lang gemacht werden. Der Tropfen würde sich darin nicht halten.

Um die Empfindlichkeit des Variometers zu prüfen, braucht man es nur in die Höhe zu heben und die dabei auftretende Verschiebung des Tropfens, bevor sie sich unter dem Einfluss der Schwerkraft und der feinen Spitze langsam wieder zurückbildet, zu beobachten. An atmosphärisch ruhigen Tagen kann man so die Abnahme des Luftdrucks schon innerhalb eines Dezim. deutlich nachweisen, diejenige für 1 m aber schon vor einem grossen Auditorium demonstrieren. Nur darf man beim Aufheben des Apparates nicht auch seine Neigung verändern. Zu dem Zweck fasst man ihn am Halse der Flasche zwischen 2 Fingern, so dass er sich pendelartig von selbst einstellt. Je nach der benutzten Rohrweite wird man finden, dass die Tropfenverschiebung den 150 bis 300fachen Betrag desjenigen ausmacht, den das Quecksilberbarometer anzeigen würde (bei uns 0,09 mm auf 1 Meter Höhenunterschied).

Die langsame Eigenbewegung des Tropfens nach der Mitte zu beeinflusst die Grösse der durch die raschen Druckschwankungen hervorgebrachten Bewegungen nur wenig, zumal sie wegen der Krümmung der Röhre um so schwächer auftritt, je kleiner die Schwankungen sind.

Bezüglich der kleinen Luftdruckschwankungen selbst sei noch bemerkt, dass sie zeitweise und sehr verschieden stark auftreten. In einem bewohnten Hause kommen zu den atmosphärischen noch solche hinzu, die von bewegten Thüren u. s. w. herrühren, deren Ursprung aber meist an der Art ihres Verlaufes zu erkennen ist. Ob und in wie weit die kleinen Luftdruckschwankungen mit anderen meteorologischen Erscheinungen zusammenhängen, müssen fernere Beobachtungen lehren.

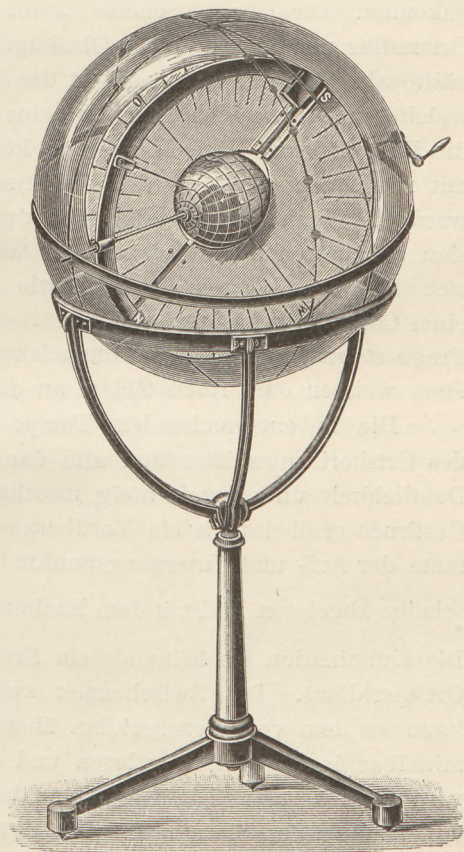
Das Variometer ermöglicht solche Beobachtungen der kleinen Luftdruckschwankungen in gleich bequemer und augenfälliger Weise, wie das Barometer es bezüglich der grossen thut. Beide Instrumente ergänzen einander und geben zusammen erst ein vollständiges Bild von den Veränderungen im Atmosphärendruck<sup>1)</sup>.

## Kopernikanischer Himmelsglobus mit verstellbarem Rotationshorizonte.

Von

Joseph Ducrue, kgl. Professor am Luitpoldgymnasium in München.

Wohl an allen Unterrichtsanstalten fordert das mehr oder weniger ausgedehnte Lehrprogramm der mathematischen Geographie gründliche Betrachtung der täglichen und jährlichen Bewegung unserer Erde. Der Lehrgang wird sich hiebei der natürlichen Entwicklung dieser Disciplin anschliessen und mit den scheinbaren Bewegungen, die uns an der Himmelskugel bemerkbar werden, beginnen. Als Anschauungsmittel im Schulzimmer leisten hiebei die gebräuchlichen Himmelsgloben, welche bei feststehendem Horizonte und der um eine nach der Polhöhe verstellbaren Achse drehbaren Himmelskugel eine Darstellung der scheinbaren täglichen Bewegung nach Ptolemäischem System geben, vorzügliche Dienste. Wenn aber bei fortschreitender Unterweisung die Forderung auftritt, sich den Verlauf der diesbezüglichen Erscheinungen in umgekehrter Ordnung vorzustellen, so macht dies dem Schüler erfahrungsgemäss auf jeder Altersstufe Schwierigkeit. Das Bestreben, durch einen einfachen Apparat, der nach Bedarf in jeder Unterrichtsstunde bequem benutzt werden kann, die mit der täglichen Erdrotation zusammenhängenden Erscheinungen nach der Kopernikanischen Theorie dem Schüler vor Augen führen zu können, hat den Verfasser zur Construction des hier abgebildeten und beschriebenen Apparates<sup>1)</sup> veranlasst.



Eine Glaskugel von 30 cm Durchmesser stellt das Himmelsgewölbe dar. Diese Kugel besteht aus zwei mit Messingfassung versehenen, abhebbaren Halbkugeln, so dass der Innenraum bequem zugänglich ist. Ein Durchmesser dieser Fassung ist als

<sup>1)</sup> Das Variometer kann fertig bezogen werden bei Warmbrunn, Quilitz & Co. Berlin, C., Rosenthalerstr. 40. Preis 3,60 M.

<sup>1)</sup> Dieser Apparat wurde auf der XVIII. Generalversammlung des bayerischen Gymnasiallehrervereins zu Bamberg am 16. Mai 1894 in erstmaliger Ausführung bei einem Demonstrationsvortrage benutzt. Ein Abdruck dieses Vortrages findet sich in den „Blättern für das Gymnasialschulwesen des bayerischen Gymnasiallehrervereins“, 31. Band, Heft 1.

stählerne Achse ausgeführt, deren Endpunkte die festliegenden Pole sind. Diese Achse trägt einen concentrisch zu der Glaskugel liegenden Erdglobus und einen bis an die Glasfläche heranreichenden Messingmeridian. Durch Drehung des Erdglobus kann ein beliebiger Ortsmeridian in die Ebene des Messingreifens gebracht werden, so dass dieser der erweiterte Ortsmeridian wird. Der verlängerte Erdradius des zur Demonstration gewählten Ortes wird durch einen Zenitzeiger dargestellt, welcher auf dem nach Graden der geographischen Breite getheilten Messingmeridian eingeklemmt werden kann. Senkrecht zu diesem Zenitzeiger wird eine den Erdglobus umspannende Messingscheibe, deren Durchmesser der des Hohlraumes ist, durch zwei Stellschrauben an dem Messingmeridian befestigt. Diese durch den Mittelpunkt des Erdglobus und der Glaskugel gehende Scheibe stellt den wahren Horizont des betrachteten Ortes vor. Dreht man an der am äusseren Ende der Achse angebrachten Kurbel, so vollführt der Erdglobus mit dem Meridian und dem an diesem befestigten Zenitzeiger und Horizonte die Rotation in derselben Weise, wie sie der Erde selbst zukommt. Die Horizontscheibe bleibt in jeder Phase dieser Rotation senkrecht zum Ortsradius und grenzt an der Glaskugel stets die in jedem Momente sichtbare Himmels-hälfte ab. Auf der Glaskugel ist der Himmelsäquator als schwarze Linie eingetragen, welche in 24 Stunden geteilt ist; eine weitere Linie von roter Farbe stellt daselbst die Ekliptik vor. Einzelne Sterne können durch farbige Papierscheibchen, welche mit russischem Leim an der Aussenseite der Glaskugel befestigt werden, markiert werden. Wenn man diese Marken durch Schüler, denen Deklination und Rektascension der betreffenden Objekte als Data mitgeteilt werden, anbringen lässt, so wird sich hierdurch klarer als irgendwie sonst die Notwendigkeit und das Zureichende eines Coordinatensystems einprägen. Der Stand der Sonne oder ein anderweitiger in Frage stehender Punkt der Himmelskugel wird am zweckmässigsten durch Aufkleben einer weissen oder roten Oblate an der betreffenden Stelle kenntlich gemacht.

Die in entsprechendem Tempo vor sich gehende Rotation der Erdkugel und des Ortshorizontes lässt nun alle damit zusammenhängenden Erscheinungen in aller Deutlichkeit und soweit nötig messbar verfolgen. Das Auf- und Untergehen eines Gestirnes erscheint als ein Vorübergang des Horizontes an diesem Gestirn. Die Azimute der Auf- und Untergangspunkte können an der Teilung des Randes der Horizontscheibe abgelesen und mit dem Rechnungsergebnisse  $\left( \cos A = - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \right)$  verglichen werden.

Die Kulmination erscheint als ein Erreichtwerden eines Gestirnes von der Ebene des Ortsmeridians. Die Zwischenzeit zwischen Auf- oder Untergang und Kulmination kann an dem vom Ortsmeridian überstrichenen Teile des Äquatorstundenkreises unmittelbar in Stunden abgelesen und mit dem Rechnungsergebnisse  $(\cos t = - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta)$  verglichen werden. Die Koïncidenz des Ortsmeridians mit dem Frühlingspunkt giebt den Anfang des Sterntages. Um den Stundenwinkel eines Gestirnes recht deutlich sichtbar werden zu lassen, empfiehlt es sich, den Deklinationskreis dieses Gestirnes durch einen schmalen farbigen Papierstreifen, der durch Oblatenfragmente bequem in jeder beliebigen Lage fixierbar ist, auf der Glaskugel abzutragen und seinen Abstand vom Ortsmeridian am Äquatorstundenkreis abzulesen. Die Zwischenzeit zwischen Auf- und Untergang giebt die Dauer des Verweilens auf der Zenitseite des Horizontes oder die Sichtbarkeitsperiode. Die Gegenseite des Horizontes gehört der Antipodenwelt; der Untergangsmoment und -Ort eines Punktes für die Zenitseite ist identisch mit Aufgangsmoment und -Ort für die Nadirseite. Durch wechselnde Einstellungen des Zenitzeigers und Horizontes tritt der Verlauf der Erscheinungen in den verschied-

denen Zonen (Mitternachtssonne, Polarnacht, Zenitstand der Sonne, Lage der scheinbaren Bahn der Gestirne, sphaera recta, obliqua und parallela) deutlich vor Augen. Die Erscheinung der Mitternachtssonne ist eine Folge des Nichtüberdecktwerdens durch den Horizont, der Zenitstand zeigt sich als ein Erreichtwerden der Sonnenmarke vom Zenitzeiger u. s. w.

Es lassen sich in analoger Weise alle Aufgaben behandeln, welche an dem Ptolemäischen Globus mit Zugrundelegung der scheinbaren Bewegung gelöst werden. Für die Messung der fraglichen Bogen dienen die am Apparat vorhandenen Kreisteilungen, beziehungsweise Streifen von Millimeterpapier, welche aussen an die Glaskugel angelegt werden können.

Der Apparat ermöglicht ausserdem eine sehr instruktive Veranschaulichung der Präcession des Frühlingspunktes und deren Folgen. Stellt man den Zenitzeiger auf die Polhöhe  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  und den Horizont in die zugehörige rechtwinkelige Lage und lässt den Zenitzeiger als Erdachse, die Horizontscheibe als Äquator gelten, während der auf der Glaskugel aufgetragene Äquatorstundenkreis für diesen speciellen Fall als Ekliptik und die stählerne Achse als im Weltraum feststehende Polarachse der Ekliptik betrachtet werden muss, so kann man die Erdachse und ihren Pol um den festliegenden Ekliptikpol rotieren lassen und sieht die Schnittpunkte von Äquator und Ekliptik einen vollen Umlauf an der Himmelskugel machen. Dass hiebei festliegende Sterne ihre Stellung zum Äquator ändern, tritt sofort vor Augen. Klemmt man bei diesem Versuche auf der Unterseite des Äquators im Abstände  $90^{\circ} - \varphi$  eine Kartonscheibe parallel zum Äquator am Messingmeridianring fest, so grenzt diese während des Umlaufs des Frühlingspunktes stets jene Kugelhaube ab, welche durch täglichen Auf- und Untergang in der Breite  $\varphi$  sichtbar werden kann. Bezeichnet man z. B. für die mit der Gegenwart übereinstimmende Lage des Frühlingspunktes die Stellung des südlichen Kreuzes und bringt die erwähnte Kartonscheibe  $42^{\circ}$  unterhalb des Äquators an, so erkennt man durch rückläufige Drehung, dass nur ca.  $\frac{1}{5}$  des ganzen Umlaufes erforderlich ist, um dieses Gestirn in die Sichtbarkeitshaube zu bringen. Thatsächlich war auch vor ca. 5000 Jahren das südliche Kreuz in der Breite von München noch sichtbar.

Die Herstellung des beschriebenen Himmelsglobus hat die Firma Böhm und Wiedemann, mechanische Werkstätte in München, Kaufingerstrasse No. 20, übernommen. Der Preis ist 60 Mark. Für die humanistischen Gymnasien Bayerns ist der Apparat durch höchste Entschliessung des kgl. bayerischen Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten vom 23. April 1895 in die officielle Lehrmittelliste eingereicht worden.

## Zur Kreiselbewegung.

Von

M. Koppe in Berlin.

Im I. Heft dieses Jahrgangs (S. 30) ist die Aufgabe gestellt, das Drehmoment, welches ein Kreisel beim Verdrehen seiner Achse hervorruft, zu berechnen.

Die dort gegebene Auflösung führt für einen Kreisel, der einen Ring oder eine Scheibe bildet, zu dem Werte  $Tw \frac{d\alpha}{dt}$ , wo  $w$  die Rotationsgeschwindigkeit des Kreisels,  $\frac{d\alpha}{dt}$  die Winkelgeschwindigkeit seiner Achse,  $T$  das Trägheitsmoment für einen Durchmesser des Ringes oder der Scheibe bedeutet. Der richtige Wert ist aber  $T'w \frac{d\alpha}{dt}$ , wo  $T'$  das Trägheitsmoment bezüglich der Kreiselachse ist. Dieser Ausdruck bleibt auch bestehen, wenn

der Kreisel ein beliebiger Rotationskörper ist, da man einen solchen in eine Reihe von Ringen auflösen kann. Dagegen ist die Angabe, dass auch der Wert  $T w \, d\alpha/dt$  auf beliebige Rotationskörper anwendbar sei, wenn man unter  $T$  das Trägheitsmoment bezüglich einer durch die Kreiselachse gelegten Ebene verstehe, schon deshalb zu beanstanden, weil es ein solches Trägheitsmoment in der Mechanik nicht giebt. Trägheitsmomente beziehen sich auf Achsen, nicht auf Ebenen.

Um die a. a. O. mitgeteilte Berechnung zu vervollständigen, legen wir die dortige Figur zu grunde, welche einen ringförmigen Kreisel darstellt, dessen wagerechte Achse sich um einen Punkt dreht, der mit dem Mittelpunkt des Ringes zusammenfällt. Da die Kreiselachse  $OX$  um die Vertikale  $OZ$  mit der Winkelgeschwindigkeit  $d\alpha/dt$  gedreht wird, so hat das Teilchen  $m$  in  $A$  nicht nur die Geschwindigkeit (I)  $rw$ , in der sich die Rotation um die Kreiselachse ausdrückt, sondern zweitens noch die Geschwindigkeit (II)  $r \cos \varphi \, d\alpha/dt$ , welche der Drehung um  $OZ$  entspricht. Man muss nun nicht nur die Veränderungen der ersten Geschwindigkeit in Rechnung ziehen, was ausreichend geschehen ist, sondern auch die der zweiten. Nach einem Zeitelement  $dt$  ist das Teilchen  $m$  auf dem Ringe in eine neue Lage gekommen, der Winkel  $\varphi$  ist um  $w \, dt$  gewachsen, die betrachtete Geschwindigkeit (II) ist in  $r \cos (\varphi + w \, dt) \, d\alpha/dt = r \cos \varphi \, d\alpha/dt - r \sin \varphi \, w \, d\alpha$  übergegangen, dazu musste die Beschleunigung  $-r \sin \varphi \, w \, d\alpha/dt$  senkrecht zur Kreiselebene, oder genauer in Richtung der  $X$ -Achse die Beschleunigung  $r \sin \varphi \, w \, d\alpha/dt$  wirken. Diese unberücksichtigt gebliebene Beschleunigung ist nun ebenso gross, wie die aus I berechnete, der Gesamtbetrag ist also  $2r \sin \varphi \, w \, d\alpha/dt$ . Denkt man sich an jedem Punkt  $A$  zwei Kräfte, die sich aufheben, von denen die eine die Beschleunigung  $2r \sin \varphi \, w \, d\alpha/dt$  im richtigen Sinne, die andere im entgegengesetzten erteilt, so geht unter Einfluss der ersten die Drehung der Achse des rotierenden Kreisels ungestört vor sich, die zweite kann als die durch das Verdrehen der Achse hervorgerufene oder inducierte Kraft bezeichnet werden; sie verändert die Bewegung, wenn sie nicht etwa selbst durch eine andere äussere Kraft aufgehoben wird. Das von  $A$  und  $A_1$  ausgehende „hervorgerufene“ Kräftepaar wird daher jetzt das doppelte, gleich  $4m r^2 \sin \varphi^2 w \, d\alpha/dt$ , und man erhält für den ganzen Ring  $2r \mu \pi \cdot r^2 w \, d\alpha/dt = M r^2 w \, d\alpha/dt = T' w \, d\alpha/dt$ .

Diese Entwicklung ist noch zu einfach. Es werden noch andere Kräfte an der Masse  $m$  induciert, die sich aber bei Summation über den Ring aufheben. Die Rotation um  $OX$  bedingt die Geschwindigkeits-Componenten  $rw \sin \varphi \parallel OX$  und  $rw \cos \varphi \parallel OZ$ , von denen allerdings nur die erste bei dem Verdrehen der Achse ihre Richtung ändert. Aber sie ändern beide ihre Grösse, man erhält so noch zwei Componenten, die sich zur Centripetal-Beschleunigung zusammensetzen, oder welche die sogenannte Centrifugalkraft inducieren. Über den Ring summiert heben sie sich auf.

Ferner erfordert die Drehung um  $OZ$  nicht bloss, dass sich die zur Kreiselebene senkrechte Geschwindigkeit der Masse  $m$ , nämlich  $r \cos \varphi \, d\alpha/dt$ , wie oben gezeigt, vermindert, sondern auch, dass sie sich um  $d\alpha$  dreht, oder dass zu ihr eine kleine Componente  $r \cos \varphi \, d\alpha^2/dt = r \cos \varphi \, (d\alpha/dt)^2 \, dt$ , wagerecht in der Kreiselebene gelegen, hinzukommt. Da das Teilchen  $m$  von dem vertikalen Durchmesser  $OZ$  den Abstand  $r \cos \varphi$  hat, so entstehen hier die Centrifugalkräfte für die Drehung der Ringteilchen um  $OZ$ , die sich im ganzen aufheben.

Nun steht aber immer noch der allgemeinen Anwendbarkeit des Wertes  $T' w \, d\alpha/dt$  die Beschränkung entgegen, dass die wagerechte Kreiselachse sich gerade um denjenigen ihrer Punkte drehen sollte, der zugleich Mittelpunkt des Ringes ist. Wir nehmen daher jetzt links von  $O$  auf der Verlängerung von  $OX$  noch einen Punkt  $O'$  an, als Ausgangspunkt parallel verschobener Achsen  $O'X$ ,  $O'Y'$ ,  $O'Z'$ , und betrachten nunmehr eine Drehung der Kreiselachse  $O'X$  um die Vertikale  $O'Z'$ . Dann bleiben die Betrachtungen für die Geschwindigkeiten I unverändert. Fällt man ferner von  $A$  auf  $OZ$  das Lot  $AB$ , auf  $O'Z'$  das Lot  $AB'$ , so ist  $B'A$  die geometrische Summe von  $B'B$  und  $BA$ , die zur Drehung um  $O'Z'$  erforderliche Geschwindigkeit des Teilchens  $m$  ist dann  $B'A \cdot d\alpha/dt$ , senkrecht auf  $B'A$ , sie ist zusammzusetzen aus  $u = BA \cdot d\alpha/dt \perp BA$  und  $v = B'B \cdot d\alpha/dt \perp B'B$ . Die Geschwindigkeiten  $u$  sind dieselben, die bei der Drehung um den Ringdurchmesser  $OZ$  zu betrachten waren, die Ge-



schwindigkeiten  $v$  sind dieselben, wie wenn statt des Ringes seine auf den Durchmesser  $OZ$  projicierte Masse sich um  $O'Z'$  drehte. Diese Bewegung induciert eine Centrifugalkraft, die durch die Festigkeit der Achse  $O'Z'$  aufgehoben wird.

Hiermit ist die Allgemeingiltigkeit des Wertes  $T' w da/dt$  nachgewiesen. Eine andere Ableitung desselben s. Bd. IV d. Zeitschrift, S. 76. Er lautet in der dort angewandten Bezeichnung  $\Gamma\Theta\mathcal{J}$ .

Derselbe Fehler, den wir eben in der Berechnung des Drehungsmomentes nachgewiesen haben, haftet auch der POGGENDORFFSchen Erklärung des Kreisels an. Die Teile eines Kreisels sind durch ihre festen Verbindungen mit der Achse gewissermaassen gezwungen, in bestimmten Geleisen zu laufen, die gegeben sind, wenn die Lage der Achse bestimmt ist.

Wenn man gewaltsamer Weise plötzlich die Achse in eine neue Lage bringt, so ist das ebenso, als ob man plötzlich alle Geleise verrückte, die beweglichen Körper werden dann an der Stelle, wo die Geleise die unstetige Richtungsänderung bedingen, nicht von selbst in dem neuen Geleise weiter laufen, sie können dazu durch passende Momentankräfte veranlasst werden; wenn diese fehlen, so werden sie auf die Geleise plötzlich einen starken seitlichen Druck ausüben, der sich auf den Träger der Geleise, hier die Achse des Kreisels, überträgt. Auf dieser Grundlage würde man zu dem falschen Werte des Drehungsmomentes gelangen. Es ist durchaus nötig, nicht nur zu beachten, dass die Kreiselachse kurz nach einander verschiedene Lagen im Raume einnimmt, sondern auch, dass sie in jeder dieser Lagen mit einer bestimmten Geschwindigkeit begabt ist; sie geht nicht schritt- oder sprungweise von einer Ruhelage zur nächsten, wie man etwa durch Induktionsstösse eine Magnetnadel fortschreiten lassen kann, sondern hält an der ihr innewohnenden Geschwindigkeit als an einem wesentlichen Merkmal fest, das sich nicht für die Augenblicke, wo die Kräfte geprüft werden sollen, abwerfen lässt. Die Poggendorffsche Erklärung des Kreisels ist nur in solchen Kreisen populär zu verwenden, wo man mit einem Verständnis des Galileischen Grundsatzes nicht zu rechnen braucht. Unsere Schulen sollten zu diesen nicht gehören. Führt man ähnlich die Erde schrittweise in kleinen Zeiteilchen von Station zu Station auf ihrem Weg um die Sonne, so wäre die Existenz der Aberration beseitigt.

Die weitere Durchführung der Kreiselerklärung nach POGGENDORFF ist ein Labyrinth, aus dem man auch durch verstellbare Modelle mit einzusetzenden roten Pfeilen nicht hinausfindet. Aus den Elementarwirkungen soll sofort die definitive Bewegung herauspringen. Denkt man sich etwa die anfangs wagerechte Achse des rotierenden Kreisels plötzlich ein wenig nach unten gedreht, entsprechend der Richtung der den Kiesel beeinflussenden Schwerkraft, so entstehe ein Druck, der die Achse zur Seite treibe. Springe aber die Achse zur Seite (in eine neue Ruhelage), so sei das wieder eine plötzliche Weichenstellung für alle Geleise, aus der sich als Reaktion der bewegten Massen gegen die aufgezwungenen Geleise ein Druck auf die Kreiselachse nach oben ergebe, dieser sei im stande, das Gewicht des Kreisels zu tragen.

Man kommt zu einer wirklich verständlichen und nachzudenkenden Erklärung, wenn man die oben behandelte Existenz des bei einer Verdrehung der Achse entstehenden Drehungsmomentes, die auch experimentell erläutert werden kann, als ein für allemal erledigten Hilfssatz zu Grunde legt. Die Denkarbeit wird so ökonomisch auf zwei Stufen verteilt.

Wird ein Kiesel, dessen Spitze in einem festen Punkte bleibt, in Rotation versetzt um seine wagerechte Achse und dann sich selbst überlassen, so wird durch die Schwerkraft seine Achse um den festen Punkt abwärts gedreht. Sobald sie sich mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit  $d\alpha/dt$  verdreht, wird eine Kraft senkrecht zu ihrer augenblicklichen Bewegungsrichtung hervorgerufen, nach derjenigen Richtung, nach der sich die Teilchen des Kreisels auf der unteren Seite rotierend bewegen. Dadurch wird die Bewegung abwärts seitlich umgewandt, durch dieselbe Einwirkung wird die Richtung weiter modificiert, sie wird wagerecht fortschreitend, schräg aufsteigend, und schliesslich erreicht die Achse in senkrechter Bewegung eine höchste Lage. Diese ist wieder wagerecht, bildet aber mit der ursprünglichen Lage einen gewissen Winkel. Bei grosser Rotationsgeschwindigkeit ist die

Tiefe, bis zu der die Kreiselachse unter die wagerechte Ebene der festen Kreisel Spitze hinabtaucht, sehr gering, ebenso auch der Winkel, um den sie horizontal fortschreitet; an die erste Bewegung schliesst sich sofort eine zweite, die Winkel des Fortschreitens summieren sich, die Oscillationen auf- und abwärts erzeugen einen Ton und werden, wie Schwingungen tönender Saiten, durch die Widerstände gedämpft, sodass asymptotisch eine gleichmässige Präcessionsbewegung entsteht. Vgl. diese Zeitschrift Jahrg. II, S. 103.

Eine mechanisch unanfechtbare Darstellung des Kreisels — wie zu erwarten — giebt POINSON als Einleitung zu seiner Theorie der Präcession, doch sucht er nicht die Bewegung der Kreiselachse in allen Einzelheiten zu erkennen, sondern giebt nur die Bahn einer gewissen, aus der Bewegung des Kreisels abgeleiteten, Linie, die in der Kreiselmasse beweglich ist, sich aber nie weit von der geometrischen Achse entfernt. Denken wir uns etwa, es sei die gleichmässige horizontale Präcession des Kreisels schon vorhanden, sei es, dass man anfangs dem Kreisel ausser der grossen Rotationsgeschwindigkeit auch die dazu passende Geschwindigkeit der Präcession mitgeteilt habe, sei es, dass sie sich allmählich asymptotisch gebildet habe. Die Rotation des Kreisels könnte in einem beliebigen Moment durch ein Kräftepaar von Momentankräften eingeleitet werden, ebenso die Präcessionsbewegung. Die Achsen beider Kräftepaare lassen sich zu einem Achsenmoment von Momentankräften zusammensetzen, welches nahe der Kreiselachse in ihrer Vertikalebene liegt. Wird diese Construction nach kurzer Zeit wiederholt, so erhält man ein neues Achsenmoment von derselben Grösse, aber anderer Richtung, welches aus dem ersten durch eine quer gerichtete Componente entstanden gedacht werden kann. Diese muss dann nach einem allgemeinen Satz gleich dem Drehmoment sein, welches ein Impuls der Schwerkraft ausübt, da sie die einzige wirksame äussere Kraft ist. Man erhält so zur richtigen Berechnung der Präcession die Gleichung  $T' w d\alpha/dt = Mgs$ , wo  $M$  die Masse,  $s$  den Abstand des Schwerpunktes von dem festen Punkt der Achse bedeutet. Eine Einsicht in die Art, wie sich die Präcession anfangs herausbildet, erhält man nicht. Dass man die allmähliche Richtungsänderung des Achsenmoments unter Einfluss der zu ihm senkrechten Componente  $Mgs dt$  mit der Kreisbewegung eines Punktes in Parallele setzen kann, wo die constante Geschwindigkeit durch Impulse der Centripetalkraft gedreht wird, ist selbstverständlich, auch dass man gewisse Aussagen über beide Fälle dualistisch, wie Sätze über Pol und Polare, einander gegenüberstellen kann.

Dieser äusserliche Erfolg — aber nur dieser — wird auch erreicht durch eine Darstellung, die sich vielfach in Lehrbüchern findet und die als ein Zerrbild von Poinsons Verfahren erscheint. Wirkt auf einen Kreisel mit wagerechter Achse die Schwerkraft, so erteilt ihm der erste Impuls die Winkelgeschwindigkeit  $Mgs dt/T$ , wo  $T$  das Trägheitsmoment bezüglich einer durch die Spitze zur Kreiselachse senkrecht gelegten Linie bedeutet. Es ist unzweifelhaft, dass man diese Rotation und die Rotation  $w$  um die Kreiselachse kinematisch in eine zusammensetzen kann, deren Achse wagerecht liegt und mit der ursprünglichen Kreiselachse den Winkel bildet  $d\alpha = Mgs dt/wT$ , aber dem Kreisel selbst kann auf diese Darstellung seiner Bewegung nicht viel ankommen. Denn er kann wohl um seine geometrische Achse frei rotieren, um eine von ihr abweichende Achse aber nur, wenn gewisse äussere Kräfte nachhelfen. Dass diese fehlen, bleibt unbeachtet. Dagegen wird der nächste Schwere-Impuls wieder herangezogen, um durch das fortgesetzte Spiel der Achsenvertauschung die Achse mit der falschen Geschwindigkeit  $d\alpha/dt = Mgs/Tw$  rings herum zu treiben. Man erwartet dabei von der geometrischen Achse, dass sie sich immer in der Nähe der momentanen Drehungsachse halten werde.

Es ist die Überzeugung ausgesprochen worden<sup>1)</sup>, diese Erklärung sei immer noch der empfehlenswerteste Weg zum Verständnis des Kreiselproblems. Sie bilde eine einwandfreie Behandlung eines phoronomischen Problems, das sich allerdings mit dem mechanischen des Kreisels nicht vollständig decke, aber doch in grosser Annäherung, in um so grösserer, je

<sup>1)</sup> Dr. A. Schmidt in der *Ztschr. f. math. u. naturw. Unterr.*, herausg. v. J. C. V. Hoffmann, XXVI, S. 571.

grösser die Rotationsgeschwindigkeit sei. Diese letzte Behauptung ist unrichtig. Dass man die Rotationsgeschwindigkeit als gross voraussetzt, ist natürlich, da man bei langsamer Drehung eines Rotationskörpers keine Eigentümlichkeiten der Kreiselbewegung erkennen kann. Aber unter dieser Voraussetzung erhält man hier  $T w da/dt = M g s$ , nach Poinsot  $T' w da/dt = M g s$ . Der Fehler ist also derselbe wie der zu Anfang berichtigte, dass man als das durch Verdrehung der Achse hervorgerufene Drehmoment  $T w da/dt$  ansieht, statt  $T' w da/dt$ . Das Verhältnis  $T:T'$  ist z. B. für den ring- oder scheibenförmigen Kreisel = 1:2. Nur wenn für einen Kreisel  $T=T'$ , wird der Fehler unbemerkbar, sonst ist seine relative Grösse bei jeder Geschwindigkeit dieselbe.

## Versuche über elektrische Strahlen.

Von

Professor **Joh. Spielmann** in Wien.

In dem Werke von LODGE, *The work of Hertz and some of his successors* (London 1894) sind Versuche angegeben, durch welche in interessanter Weise die Eigenschaften der elektrischen Strahlen gezeigt werden können\*). Als Wellenanzeiger wird eine Vorrichtung, die von LODGE „Coherer“ genannt worden ist, benutzt. Diese besteht aus einer Glasröhre, die mit Metallspänen (kleine eiserne Schrauben eignen sich sehr gut) gefüllt ist. In diese Metallmassen ragen an den Enden der Röhre Drähte zur Zuführung des Stromes eines kleinen Elementes hinein, in dessen Kreis ausser dem Wellenanzeiger noch ein Galvanometer eingeschaltet ist. Eine Röhre von 20 cm Länge und 1,3 cm Durchmesser hatte nach LODGE 2500 Ohm Widerstand. Als aber elektrische Schwingungen auf sie trafen, sank der Widerstand auf 400 Ohm, die Nadel des Galvanometers zeigte diese Schwingungen durch einen starken Ausschlag an. Um mit dem Wellenanzeiger die Versuche über elektrische Strahlen machen zu können, ist es notwendig, alle Drähte des Stromkreises durch Umhüllung mit Metall vor den elektrischen Strahlen zu schützen; ohne diese Hülle würden die Schwingungen aus dem Äther in die Drähte schlüpfen, zu dem Wellenanzeiger gelangen und einen Ausschlag der Galvanometernadel verursachen. Lodge traf daher folgende Anordnung: Der Wellenanzeiger wurde in ein cylindrisches Kupfergefäss gebracht, dessen eine Basis offen war. Dieses Gefäss wurde durch ein Metallrohr mit einem zweiten Kupfergefäss verbunden, in welchem ein Element und ein Multiplicatordraht sich befanden; die Nadel des Multiplicators war ausserhalb dieses Gefässes angebracht. Sie war mit einem Projektionsspiegel versehen. Das Verbindungsrohr beider Gefässe enthielt die Drähte, welche den Wellenanzeiger mit dem Multiplicatordraht verbanden. Diese Anordnung benutzte auch Hofrath v. LANG bei der Wiederholung der Versuche von LODGE im vorigen Winter. Gewiss ist sie notwendig, wenn die äussersten Vorsichtsmaassregeln getroffen werden sollen. Aber bei der Wiederholung der Versuche zeigte sich, dass diese bei entsprechender Vorsicht auch mit weit einfacheren Mitteln gelingen.

Der Wellenanzeiger und ein kleines Trockenelement wurden in ein parallelepipedisches Kupfergefäss gebracht, das mit einer nicht zu kleinen rechteckigen Öffnung versehen war. Zur Verbindung beider mit dem Galvanometer wurden dünne Bleikabel benutzt; das Galvanometer war das Weinholdsche Reflexgalvanometer (Physik. Demonstrationen I. Aufl. S. 584) und befand sich in einer Entfernung von etwa 4 m von dem Kupferkasten. Als Erreger der elektrischen Schwingungen diente ein elektrischer Gasanzünder. (Dieser enthält in seinem Griff den mit einem Condensator verbundenen Replenisher, den Thomson zur Ladung seines Elektrometers construirt hat, und der durch Druck auf einen Knopf in Rotation versetzt wird.) Wurde die Öffnung des Kupferkastens mit einem gut passenden Deckel verschlossen, und wurden vor demselben mit dem Gasanzünder die elektrischen Schwingungen erregt, so zeigte das Galvanometer in der angegebenen Entfernung keine Ablenkung. Immerhin mag es

\*) Vergl. hierzu den Bericht über die „Sitzung am 25. Januar 1896“ im „Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin, dieses Heft S. 155.

empfohlen werden, den Glassturz des Galvanometers mit Stanniol zu überkleben. Für intensivere Schwingungen, etwa für solche, die durch Funken erregt werden, welche von den Elektroden einer Influenzmaschine in eine zwischen denselben aufgestellte isolierte Metallkugel übergehen, bedarf das Galvanometer eine Metallhülle. Derartige Funken sind aber zur Anstellung der Versuche nicht notwendig.

Folgende Eigenschaften der elektrischen Strahlen lassen sich mit dieser Anordnung zeigen:

1. Das Eindringen elektrischer Wellen in Drähte. An die eine Klemme des Wellenanzeigers hängt man das eine Ende eines Drahtes, der viele Meter lang sein kann, in der Nähe des anderen Endes erregt man elektrische Schwingungen an einer Stelle, von welcher aus sie nicht direkt zum Coherer kommen können. Es erfolgt ein starker Ausschlag.

2. Die Reflexion der elektrischen Strahlen. Man stellt vor die Öffnung des Kupfergefäßes eine Metallplatte und erregt seitlich die elektrischen Schwingungen, so dass sie erst nach der Reflexion von der Metallplatte zum Wellenanzeiger gelangen können. Bei richtiger Stellung des letzteren zeigt das Galvanometer einen Ausschlag, der nach Entfernung der Metallplatte unterbleibt. Man entferne sich von dem Wellenanzeiger soweit, dass der Gasanzünder keine Wirkung äussert; hält man dann einen kleinen parabolischen Spiegel aus Zinkblech so, dass der Wellenanzeiger in der Brennlinie desselben sich befindet, so kann wieder ein bedeutender Ausschlag des Galvanometers erreicht werden.

3. Die Durchlässigkeit der Isolatoren und die Undurchlässigkeit der Leiter für elektrische Strahlen. Man bringt zwischen den Gasanzünder und die Öffnung des Kupferkastens den zu untersuchenden Körper; je nach der Beschaffenheit desselben erfolgt ein Ausschlag des Galvanometers oder nicht. Geeignet sind eine Platte aus Glas, aus Kautschuk, aus Paraffin, aus Holz, aus Kupfer. So lässt sich auch zeigen, dass der menschliche Körper die Schwingungen nicht durchlässt, dass er aber ein Reflektor ist. Benutzt man ein parallelepipedisches Glasgefäß, in dem destilliertes Wasser sich befindet, so gehen die Schwingungen durch; versetzt man das Wasser aber mit Schwefelsäure, so zeigt die Flüssigkeit nur wenig Durchlässigkeit.

4. Die Brechung der elektrischen Strahlen durch ein Prisma aus Paraffin. Vor die Öffnung des Kupferkastens kommt das Prisma (das von mir verwendete hat nur ein Gewicht von ca. 2 kg), etwa mit der brechenden Kante nach oben; entsprechend tiefer hält man den Gasanzünder. Wird dieser in Gang gesetzt, so treffen die gebrochenen Strahlen den Wellenanzeiger und es erfolgt ein Ausschlag des Galvanometers, der nach Entfernung des Prismas unterbleibt.

5. Die Polarisation der elektrischen Strahlen. Vor die Öffnung des Kupferkastens kommen zwei Metallgitter, das vordere ist der Polarisator, das hintere der Analysator. Der Griff des Gasanzünders wird unter einem gewissen Winkel gegen die Drähte des Polarisators gehalten. Die Drähte desselben lassen nur jene Componente der Schwingungen durch, die senkrecht auf ihrer Richtung sind. Sind die Drähte beider Gitter parallel, so erfolgt ein starker Ausschlag des Galvanometers, sind sie gekreuzt, so bleibt es in Ruhe.

6. Die Doppelbrechung der elektrischen Strahlen im Holz, die zuerst von RIGNI, bald darauf unabhängig von MACK beobachtet wurde. Vor die Öffnung des Kupferkastens kommt ein prismatischer Klotz aus Tannenholz, dessen Grundfläche ein regelmässiges Achteck ist, und die beiden gekreuzten Gitter, das eine vor den Klotz, das andere hinter denselben. Die Dicke des Klotzes ist etwa 20 cm, seine Fasern laufen zur Grundfläche parallel; er steht auf einer seiner Seitenflächen. Sind seine Fasern parallel oder senkrecht zu den Drähten des Polarisators, so gehen die elektrischen Strahlen nicht durch, dreht man aber den Klotz so, dass seine Fasern mit den Drähten des Polarisators einen Winkel von  $45^\circ$  bilden, so erfolgt ein starker Ausschlag des Galvanometers. Dieses Verhalten des Holzes ent-

<sup>1)</sup> Die elektrischen Strahlen kommen aus dem Griff des Anzünders, indem sie die Ebonithülle desselben durchdringen. Umwickelt man den Griff mit Stanniol, so ist der Apparat wirkungslos.

spricht dem einer doppeltbrechenden Substanz, die zwischen die gekreuzten Nicole eines Polarisationsapparates so gebracht wird, dass der Hauptschnitt derselben mit den Polarisations Ebenen einen Winkel von  $45^\circ$  bildet.

Zu bemerken ist, dass der Wellenanzeiger nach dem Auffallen der elektrischen Schwingungen den geringeren Widerstand beibehält, die Galvanometernadel also abgelenkt bleibt. Erst wenn man darauf klopft, wird der bessere Kontakt wieder aufgehoben und die Nadel geht in ihre anfängliche Stellung wieder zurück.

LODGE erwähnt, dass schwache kurze Funken oft wirksamere Erreger als starke und lange sind. Ladet man z. B., sagt er, eine isolierte Kugel, so kann man aus ihr wiederholt Funken ziehen, für welche der Wellenanzeiger empfindlich ist. Aber zuletzt, wenn die Funken unhörbar, unsichtbar, überhaupt in keiner Weise wahrnehmbar sind, ist ihre Wirkung am stärksten.

Ich habe auch bemerkt, dass man derartige wirksame Funken aus der äusseren Belegung einer geladenen Leydnerflasche ziehen kann, gleichgiltig, ob sie isoliert oder nicht isoliert aufgestellt ist, und zwar dadurch, dass man die äussere Belegung mit einem nicht zu kleinen isolierten Leiter berührt. Im Moment der Berührung wird der Lichtzeiger des Galvanometers über die Skala hinausgeworfen, ohne dass bei Tageslicht irgend ein Funke wahrgenommen würde. Eine einzige Ladung der Flasche reicht stundenlang aus für sehr viele derartige Funken. Stellt man diesen Versuch mit der Leydnerflasche in einem gut verdunkelten Zimmer an, so sieht man im Moment der Berührung ein minimales Fünkchen.

Gewiss entbehren die obigen Versuche der klassischen Form, die ihnen HERTZ gegeben hat. Dafür haben sie den Vorteil, dass sie übersichtlich und mit so geringen Mitteln ange stellt werden können, dass sehr viele Mittelschulen mit unbedeutenden Kosten die notwendigen Einrichtungen zu treffen in der Lage sind; durch sie kann die Lehre von der Strahlung die heute notwendige Vervollständigung erfahren.

## Ein Apparat zur Veranschaulichung der magnetischen Inklination.

Von

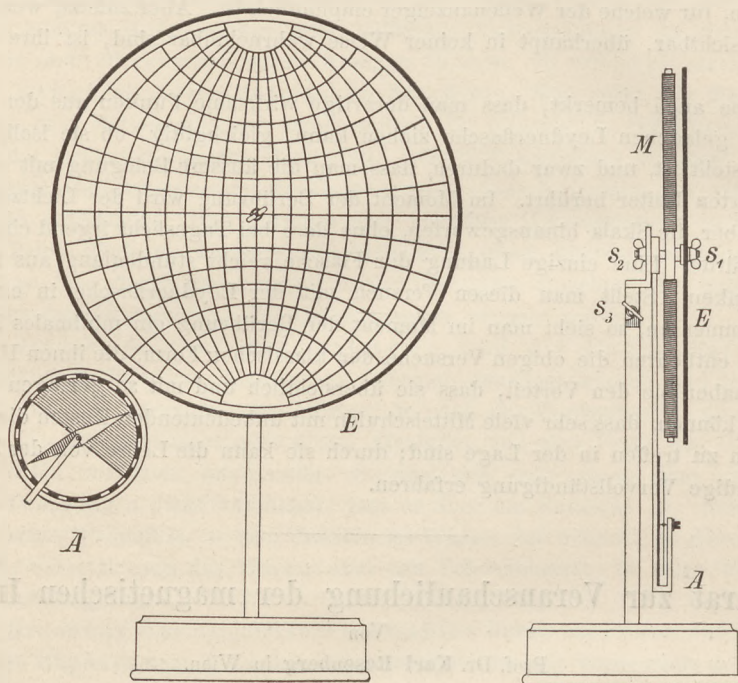
Prof. Dr. Karl Rosenberg in Wien.

Für den physikalischen Unterricht auf der Unterstufe der Mittelschulen dürfte zur Veranschaulichung der magnetischen Inklination der folgende Apparat nicht unwillkommen sein. Derselbe gestattet, diese Erscheinung durch das Experiment für jede geographische Breite vollständig nachzuahmen.

Der Apparat besteht aus einer kreisrunden Scheibe  $E$ , welche die Erdkugel vorstellt und auf ihrer Vorderseite ein Gradnetz oder eine Planiglobenkarte zeigt. Hinter dieser Scheibe befindet sich ein starker geradliniger Elektromagnet  $M$ ; derselbe ist um die Achse  $s_1 s_2$  drehbar und kann durch die Flügelschraube  $s_1$  in jeder beliebigen Lage festgeklemmt werden. Übrigens kann derselbe nach dem Abschrauben dieser Flügelschraube auch vollständig abgenommen und anderweitig verwendet werden.

An einem drehbaren Arme  $A$  befindet sich ein Inklinatorium. Die mit Spitzen in zwei Lagern, von denen das vordere, in die Spitze einer Schraube eingelassene, verstellbar ist, leicht drehbare Magnetnadel bewegt sich vor einer Scheibe mit weithin sichtbarer, in Farben ausgeführter Teilung. Ein starker wagrechter Strich bezeichnet den Horizont, der untere (in der Figur schraffierte) Teil der Scheibe ist blau koloriert, um gewissermassen den Meeresspiegel anzudeuten. Die Teilung ist, wie die Figur andeutet, von 10 zu 10 Graden abwechselnd rot und weiss bemalt. Der drehbare Arm, welcher das Inklinatorium trägt, kann durch eine Flügelschraube  $s_2$  in jeder Lage fixiert werden. Um den Apparat von der Einwirkung des Erdmagnetismus unabhängig zu machen, lässt sich die vertikale Säule, die den Apparat trägt, im oberen Teile charnierartig umlegen und durch die Flügelschraube  $s_3$  in jeder Lage festklemmen. Die Orientierung des Apparates ist demgemäss sehr einfach. Man stellt zuerst

die Erdscheibe wagrecht, bringt das Inklinorium über den Nordpol der Erdscheibe und dreht den ganzen Apparat um eine vertikale Achse so lange, bis die Richtung der Erdachse in den magnetischen Meridian fällt, wobei der Nordpol der Erdscheibe nach Norden orientiert ist. Man benützt dabei die Nadel des Inklinatoriums als Deklinationsnadel (selbstverständlich bei stromlosem Elektromagnete). Dann neigt man die Erdscheibe so lange, bis dieselbe auf der Richtung der magnetischen Erdkraft (der Richtung einer Inklinationsnadel) senkrecht steht. Es wird also die Ebene der Erdscheibe mit dem Horizonte einen Winkel von ungefähr 30 Graden bilden müssen. Es übt dann natürlich der Erdmagnetismus auf das am Apparate befindliche Inklinorium gar keinen Einfluss aus.



Nun leitet man einen Strom von 1–2 Flaschenelementen um den Elektromagneten, so dass derselbe am geographischen Nordpole süd magnetisch wird. Es zeigt dann das Inklinorium am Nordpole  $90^\circ$  nördl. Inklination, am Südpole  $90^\circ$  südl. Inklination, am Äquator  $0^\circ$  Inklination. Das Anwachsen der Inklination vom Äquator gegen den Pol hin kann genau verfolgt werden. Selbstverständlich kann man nach der ersten Versuchsreihe die magnetischen Pole der Erde (durch Drehung des Elektromagneten) etwas seitwärts von den geographischen Polen verlegen und die daraus resultierenden Abweichungen zeigen.

Die Ausführung des Apparates hat die Firma W. J. Rohrbecks Nachfolger (L. Ehmann & H. Obermayer) Wien, I. Kärntnertrasse 52 übernommen.

## Kleine Mitteilungen.

### Der Kinegraph.

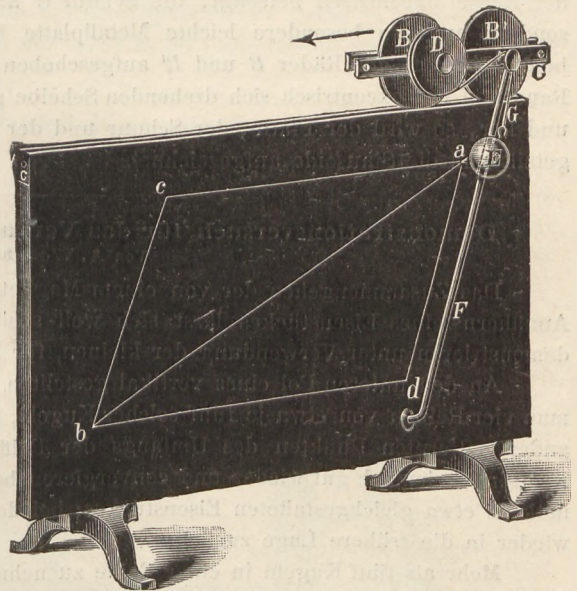
Von P. Kl. v. Engelmeyer.

Bei den bekannten Apparaten, mit denen die Zusammensetzung der Bewegungen demonstriert wird, werden zumeist einer Kugel gleichzeitig zwei Stöße erteilt. Allen diesen Apparaten lassen sich zwei didaktische Vorwürfe machen. Erstens verbinden sie die Erscheinung der Bewegung mit der des Stosses, welcher bekanntlich erst bedeutend später in dem Unterricht behandelt wird. Zweitens demonstrieren sie thatsächlich das Parallelogrammgesetz gar nicht; denn die Schüler sehen nur, dass sich die Kugel in einer ganz unbestimmt

bleibenden Richtung bewegt. Aber weder die Grösse und Richtung der zusammengesetzten Bewegung, noch deren Abhängigkeit von den Grössen und Richtungen der Componenten kommen zur Anschauung. Das Parallelogrammgesetz muss also nach wie vor von den Schülern auf guten Glauben hin angenommen werden. Aus diesem Grunde gelangen auch diese Apparate nur selten aus den Schränken der physikalischen Sammlungen in das Lehrzimmer.

Ein anderer, weniger bekannter Apparat, dessen Beschreibung man z. B. in FRICK-LEHMANN'S „*Physikalischer Technik*“ (I 143) findet, ist in der Art des Flugwerkes in Theatern eingerichtet: Ein schwerer Körper wird in der Richtung der Diagonale eines Quadrates hinauf und hinab gezogen. Das Quadrat selbst muss auf einem vertikalen Brette vor dem Versuche mit der Hand aufgezeichnet werden. Diesem Apparat lassen sich die oben erwähnten Vorwürfe nicht mehr machen; aber es können bei ihm weder die Grössen der Componenten, noch der Winkel zwischen ihnen nach Belieben verändert werden. Auch wird das Parallelogramm nicht selbstthätig aufgezeichnet. Diesen Anforderungen entspricht mein neuer Apparat, der unter dem Namen Kinegraph in den russischen Schulen bereits eine freundliche Aufnahme gefunden hat\*).

Das vertikale schwarz angestrichene Brett (s. Fig.) trägt auf seiner oberen Kante eine Schiene, auf der sich ein Wagen *C* mit zwei Rädern *B* und *B'* bewegt. Das Rad *B'* sitzt lose auf seiner Achse; das Rad *B* dagegen ist mit seiner Achse fest verbunden und auf die letztere können vorn verschiedene Scheiben *D* befestigt werden. Auf die Scheibe *D* windet sich der Faden *G*, der eine schwere Kugel *E* trägt, welche längs der Stange *F* gleitet. Diese Stange kann unter beliebigem Winkel am Wagen *C* eingestellt werden.



Die Kugel *E* stellt den Körper dar, dem die beiden Componenten-Bewegungen (Gleiten längs der Stange *F* und Verschiebung dieser Stange selbst) erteilt werden. Ein Stück Kreide zeichnet selbstthätig auf dem Brette die resultierende Bewegung der Kugel. Schieben wir den Wagen in der Pfeilrichtung mit der Hand, so dreht sich die Scheibe *B* und der Kugel werden die beiden Bewegungen mitgeteilt. Die resultierende Bewegung wird durch die Gerade *ab* dargestellt.

Man kann die beiden Componenten-Bewegungen auch nach einander (nicht gleichzeitig) der Kugel mitteilen, einmal indem man den Wagen verschiebt und das Rad *B* festhält, das andere Mal, indem man den Wagen festhält und die Kugel einfach gleiten lässt. So entstehen nach einander entweder die Seiten *ac* und *cb*, oder *ad* und *db* und das Parallelogramm der Bewegungen wird selbstthätig aufgezeichnet.

Will man Geschwindigkeiten zusammensetzen, so hat man den Wagen so zu bewegen, dass er seinen Weg genau in einer Sekunde zurücklegt.

In dieser Beschreibung, wo es sich nur um das Hauptsächliche handelt, wurden einige Einzelheiten des ausgeführten Apparates übergangen, welche eine richtige Funktionierung sichern.

\*) Für Deutschland, Belgien und Italien ist dessen Verbreitung der Firma E. Leybold's Nachfolger in Köln anvertraut. Preis M. 100,00. — Eine kurze Beschreibung findet sich im neulich erschienenen II. Teile der obengenannten „*Technik*“ (p. 1016).

Aus dem Gesagten ergeben sich folgende Eigenschaften des Kinegraphen als Lehrmittel: 1. Der Vorgang ist ein rein kinematischer. 2. Das Parallelogramm der Bewegungen (Geschwindigkeiten) wird automatisch aufgezeichnet. 3. Die Grössen der Componenten und der Winkel zwischen ihnen sind direkt messbar und können nach Belieben gewählt werden. 4. Die zwei Componenten-Bewegungen (-Geschwindigkeiten) können entweder gleichzeitig oder auch nacheinander mitgeteilt werden, und die Schüler sehen, dass das Endergebnis dasselbe ist. 5. Es wird ein genaues Parallelogramm aufgezeichnet. 6. Ausserdem zeichnet der Kinegraph die Parabel, als Zusammensetzung von einer gleichförmigen und einer gleichförmig beschleunigten Bewegung, und demonstriert so die Wurfbewegung. 7. Ebenso zeichnet er die Sinusoide, als Zusammensetzung von einer Sinusschwingung und einer gleichförmigen Bewegung, und demonstriert so die Wellenbewegung. 8. Überhaupt ist man in der Lage, eine beliebige Curve in steter Bewegung aufzuzeichnen, wozu allerdings die Scheibe *D* entsprechend profiliert werden muss. Dr. Boleslas Mlodzieiovski, Dozent an der Universität zu Moskau, hat in dem *Journal de Physique* (3) III juin 1894 eine Theorie dieser Profile gegeben.

Die Sinusoide lässt sich entweder mit einer zweckmässig gestalteten Scheibe *D* oder auch auf folgende Weise phoronomisch hervorbringen: Die Kreisscheibe *D* (s. Fig.) wird auf der Achse excentrisch befestigt, die Schnur *G* aber wird nicht mehr auf sie aufgewunden, sondern an eine besondere leichte Metallplatte befestigt, die mit einem Schlitz auf die beiden Achsen der Räder *B* und *B'* aufgeschoben wird, und deren senkrecht umgebogener Rand von der excentrisch sich drehenden Scheibe geführt wird. Schiebt man den Wagen hin und her, so wird der Platte, der Schnur und der Kugel eine genaue Sinusschwingung mitgeteilt und die Sinusoide aufgezeichnet.

### Demonstrationsversuch für das Verhalten magnetischer Kraftlinien.

Von **A. Weinhold.**

Das Zusammengehen der von einem Magnetpole aus divergierenden Kraftlinien beim Annähern eines Eisenstückes lässt sich weit schöner, als mit Hülfe von Eisenfeilspähnen demonstrieren unter Verwendung der kleinen, für Fahrradkugellager benutzten Stahlkugeln.

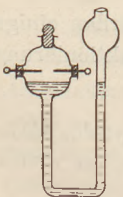
An den unteren Pol eines vertikal gestellten, cylindrischen Stabelektromagneten hängt man vier Reihen von etwa je fünf solcher Kugeln, so dass sie an vier um etwa 90° von einander entfernten Punkten des Umfangs der Polfläche ansitzen. Sie geben die Form der Kraftlinien ziemlich gut wieder und convergieren bei der Annäherung eines dem Elektromagnetkern etwa gleichgestalteten Eisenstückes; bei der Wiederentfernung des Eisens gehen sie wieder in die frühere Lage zurück.

Mehr als fünf Kugeln in einer Reihe zu nehmen empfiehlt sich nicht, weil in grösserer Entfernung vom Magneten die Schwerkraft zu viel Einfluss gewinnt und deshalb die Divergenz der Kugelreihen zu klein wird; man vermeide auch, das Eisenstück ganz bis zur Berührung zu nähern, damit nicht ein Abreissen einer oder mehrerer Kugeln beim Entfernen des Eisens eintritt.

Verfasser benutzt einen Elektromagneten mit 18 mm dickem und 14 cm langem Eisenkern; es dürfte auch ein kleinerer Elektromagnet schon genügen. Selbstverständlicherweise lässt sich der Versuch auch sehr gut projicieren.

### Bildung von Salpetersäure und salpetriger Säure aus atmosphärischer Luft durch die Wirkung elektrischer Funken.

Von Dr. **Richard Sellentin**, Professor an der Ober-Realschule in Elberfeld.



Dieselbe lässt sich mittels eines wie nebenstehend construierten Apparates in kurzer Zeit (etwa 2 Minuten) zeigen. Ein U-förmig gebogenes Glasrohr von etwa 3 mm innerem Durchmesser trägt zwei Kugeln, von denen die eine offen und die andere oben entweder vollständig geschlossen oder durch einen eingeschlifenen Glasstopfen verschliessbar ist. An zwei gegenüberliegenden Seiten dieser letzteren Kugel sind kurze Ansatzröhren angebracht, in denen durch-



bohrte Gummistopfen stecken. Durch diese sind dicke, stark vergoldete Kupferdrähte gesteckt, deren Enden sich beliebig nähern lassen. Die Durchmesser der Kugeln betragen etwa 5 cm.

Der Apparat wird bis zu der in der Figur angegebenen Höhe mit Wasser gefüllt, das durch neutrale Lackmüstinktur gefärbt ist. Lässt man die Funken einer Influenzelektromaschine oder besser eines Rühmkorffschen Induktors zwischen den beiden Drähten überschlagen, so bemerkt man nach kurzer Zeit eine rötliche Färbung in dem oberen Teile der Flüssigkeit. Hat man vorher den Stand der Flüssigkeit in dem zweiten Schenkel durch einen Papierstreifen markiert, so beobachtet man, nachdem die eingeschlossene Luft wieder die Zimmertemperatur angenommen hat, eine sehr deutliche Verminderung des Luftvolumens; die Flüssigkeit stellt sich in dem zweiten Schenkel mehrere Centimeter tiefer als vorher.

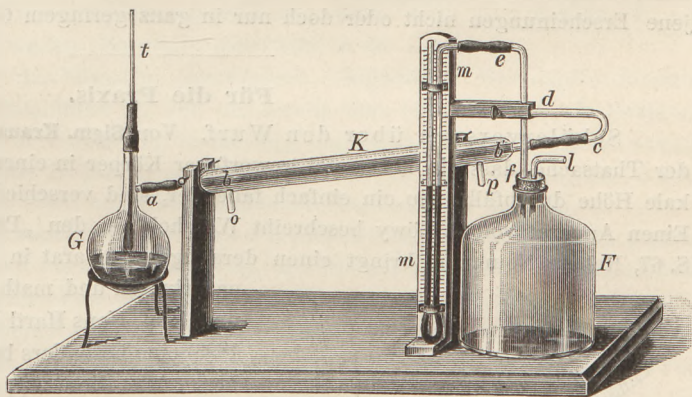
Der Apparat eignet sich gleichzeitig für objektive Darstellung. Als Färbemittel für diesen Zweck ist jedoch ein Zusatz von Dimethylorange (dimethylamidoazobenzolsulfosaures Natrium) zum Wasser zu empfehlen. In kurzer Zeit, zumal wenn man nach dem Aufhören des Funkenstromes ein wenig schüttelt, färbt sich die gelbe Flüssigkeit rötlich; die Veränderung in der Farbe ist auf der weissen Wand deutlich sichtbar. Als Reagens auf Salpetersäure kann dann Indigo oder mit grösserem Erfolge Diphenylamin gelöst in reiner concentrirter Schwefelsäure (ca. 1 g Diphenylamin auf 0,25 l  $H_2SO_4$ ) angewandt werden.

### Apparat zur Demonstration der Abhängigkeit der Siedetemperatur vom Druck.

Von Prof. Dr. H. Hammerl.

Versuche über die Abhängigkeit der Siedetemperatur vom Druck sollten in der Schule ausgeführt, die Siedetemperatur am Thermometer und der dazugehörige Druck mittels Manometerdifferenz und Barometerstand von den Schülern bestimmt werden, um so wenigstens ein Stück der Spannkraftcurve des Wasserdampfes zu erhalten.

Man findet in keinem der vielen Preisverzeichnisse einen vollständigen Apparat zur Ausführung dieser Versuche angegeben, es wird gewöhnlich nur auf rein schematische Zeichnungen in den Lehrbüchern hingewiesen. Ich habe mir daher selbst vor 4 Jahren einen Apparat (s. Fig.) zusammengestellt, der messende Versuche für Drucke unter einer Atmosphäre mit genügender Genauigkeit auszuführen gestattet und, einmal zusammengestellt, zu jeder Zeit ohne weitere Vorbereitung benutzt werden kann.



Man kann somit in der Flasche, in dem damit verbundenen Röhrensystem und auch im Glaskolben eine beliebige Druckerniedrigung hervorbringen, die sich mittels Barometerstand und Manometerstand bestimmen lässt. Die dazugehörige Siedetemperatur des Wassers wird am Thermometer  $t$  abgelesen, das mittels eines Schliffstückes in den Hals des Glaskolbens eingesetzt und ausserdem zur sicheren Dichtung mit einem Stück Kautschukband umwickelt und festgebunden ist; in ähnlicher Weise sind auch die 3 Röhrenanschlüsse bei  $a$ ,  $b'$  und  $e$  möglichst luftdicht gemacht.

Die Hauptbestandteile des Apparates sind folgende:  $G$  ist ein Glaskolben mit Thermometer  $t$ , welcher durch die kurze Röhre  $a$  mit dem inneren Rohre  $bb'$  eines Liebig'schen Kühlers  $K$  in Verbindung steht. In  $b'$  ist das T-Rohr  $cde$  befestigt; davon führt  $e$  zum Manometer mit Scala  $m$ ,  $f$  zu einer Flasche  $F$ , deren zweite Röhre  $l$  mit der Luftpumpe communitiziert. Man kann somit in der Flasche, in dem damit verbundenen Röhrensystem und auch im Glaskolben eine beliebige Druckerniedrigung hervorbringen, die sich mittels Barometerstand und Manometerstand bestimmen lässt. Die dazugehörige Siedetemperatur des Wassers wird am Thermometer  $t$  abgelesen, das mittels eines Schliffstückes in den Hals des Glaskolbens eingesetzt und ausserdem zur sicheren Dichtung mit einem Stück Kautschukband umwickelt und festgebunden ist; in ähnlicher Weise sind auch die 3 Röhrenanschlüsse bei  $a$ ,  $b'$  und  $e$  möglichst luftdicht gemacht.

Die Röhren  $o$  und  $p$  des Kühlers dienen zum Zu- und Abfluss kalten Wassers, so dass

der in *G* entwickelte und durch den Einfluss des Kühlrohres wieder verdichtete Dampf durch die Röhre *ab* in den Kolben zurückfließt und keine weitere Druckänderung während des Siedens hervorruft.

Die eingeschaltete Flasche dient als Reservoir, um einerseits eine langsame Änderung des Druckes zu erzielen, andererseits den Einfluss etwas undichter Stellen zu vermindern.

### Eine Beobachtung über Kathodenstrahlen.

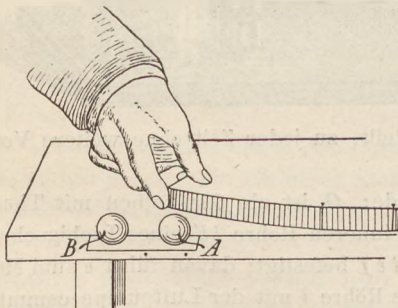
(Aus dem physikalischen Kabinett der Kreuzschule zu Dresden.)

Von Dr. A. Witting.

Lässt man den Funkenstrom eines Induktors oder einer Influenzmaschine<sup>1)</sup> durch jene bekannte Hittorfsche Röhre gehen, deren Kathode eine kreisförmige Platte, deren Anode ein Aluminiumkreuz ist, so strahlt die ganze Röhre in gelblichem Fluoreszenzlicht und an der der Kathode gegenüberliegenden Glaswand erscheint der sogen. elektrische Schatten des Kreuzes. Berührt man nun eine Stelle der Glasbirne ableitend mit dem Finger oder mit einem Metallstäbchen, so entsteht 1. an der Berührungsstelle ein rötlich leuchtender Fleck, 2. auf der Glaswandung in der Richtung der Kathodenstrahlen ein „Schatten“ mit ziemlich scharfen Rändern, 3. auf der gegenüberliegenden Seite der Glasbirne eine lebhaftere Fluoreszenz. Es macht also den Eindruck, als ob ein Bündel von Kathodenstrahlen nach der Berührungsstelle hin abgelenkt und von dort nach der gegenüberliegenden Seite reflektiert würde. Befindet sich der Berührungspunkt in der Nähe der Ebene des aufrecht stehenden Aluminiumkreuzes, so entsteht auch thatsächlich durch die reflektierten Strahlen ein zweiter Schatten desselben. Fährt man mit etwas feuchtem Finger auf der Birne herum, so folgt ihm eine rötlich leuchtende Spur. Auf einige ähnliche, wenn auch nicht so auffällige Erscheinungen soll hier nicht näher eingegangen werden. Bemerkt sei nur noch, dass, wenn man mit einem Glasstab oder einer Siegellackstange berührt, begreiflicherweise jene Erscheinungen nicht oder doch nur in ganz geringem Grade auftreten.

### Für die Praxis.

Schülerversuch über den Wurf. Von **Sigm. Kraus** in Wien. Zur Demonstration der Thatsache, dass ein horizontal geworfener Körper in einer bestimmten Zeit dieselbe vertikale Höhe durchfällt, wie ein einfach fallender, sind verschiedene Apparate erdacht worden. Einen Apparat von B. Löwy beschreibt Weinhold in den „Physikalischen Demonstrationen“ S. 67, Robert Neumann bringt einen derartigen Apparat in den Periodischen Blättern für naturkundl. und math. Schulunterricht I. Jahrg. S. 57,



und Prof. Hans Hartl hat in dieser Zeitschrift (Jahrg. 1893) eine besonders handliche „Wurfpistole“ beschrieben. Alle diese Apparate übertrifft an Einfachheit die Vorrichtung des Amerikaners Shaw, dessen Physik in dieser Zeitschrift schon öfter citiert wurde. Wie aus der nebenstehenden Abbildung ersichtlich ist, steckt Shaw einfach zwei starke Stecknadeln in den Tischrand, legt darauf eine Visitenkarte und auf diese zwei Kugeln in der aus beistehender Figur ersichtlichen Weise; zwischen 2 andere vertikal in die Tischplatte gesteckte Nadeln stellt er ein elastisches Stahlband. Wenn durch Loslassen des Stahlbandes die auf der Visitenkarte liegende Kugel *A* wagrecht weggeschleudert wird, fällt auch die Kugel *B* zur Erde; beide treffen gleichzeitig den Boden. Das Stahlband habe ich vorteilhaft durch eine Reisschiene (dünnes Linal) ersetzt.

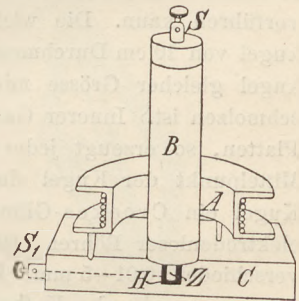
<sup>1)</sup> Nötigenfalls schalte man noch eine Funkenstrecke ein.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Ein Hochspannungstransformator ohne Ölisolation.** F. HIMSTEDT hat bei seinen Versuchen mit Teslaströmen (*Wied. Ann.* 52, 475, 1894) dem Transformator folgende Gestalt gegeben: Er wickelte einen 4 mm dicken Draht in 10 Windungen einer Schraubenlinie von etwa 1 cm Steighöhe auf ein Glasrohr von 4 cm Durchmesser. Über diese primäre Spule schob er ein Hartgummrohr von 6 mm Wandstärke, auf die er die secundäre Rolle wickelte, welche aus 200 Windungen eines 1 mm dicken Drahtes bestand. Bei dem Aufwickeln hatte er zwei gleiche Drähte nebeneinander auflaufen lassen und den einen dann wieder abgewickelt. Der ganze Transformator lag in einem mit Maschinenöl gefüllten Steingutgefäss wagrecht auf zwei Hartgummstützen. Die Enden der secundären Rollen waren mit zwei Metallknöpfen verbunden, die auf Hartgummisäulen sassen.

J. ELSTER beschreibt in dem *10. Jahresbericht d. Ver. f. Naturw. z. Braunschweig 1895, S. 44 ff.* einen von ihm und H. GEITEL construierten Hochspannungstransformator, der sich durch einen sehr übersichtlichen Aufbau auszeichnet und die äusserst lästige Isolierung mit Öl vermeidet. Er ist folgendermaassen eingerichtet: Die primäre Spirale *A* besteht aus 6 Windungen eines 3 oder 4 mm dicken mit Kautschuk isolierten Kupferdrahtes, der auf eine Holzspule von 12 cm innerem Durchmesser und 4½ cm Höhe (im Lichten) aufgewickelt ist. Die Spule steht mit drei 4 cm hohen Holz- oder Glasfüssen auf dem Grundbrett *C*. Die secundäre Spirale *B* besteht aus 500 dicht nebeneinander liegenden Windungen eines 0,3 bis 0,4 mm starken, mit Seide überspannenen Kupferdrahtes, der auf ein Glasrohr (Gaslampencylinder üblicher Grösse) aufgewickelt ist. Das eine Ende der secundären Spirale ist mit dem Metallzapfen *Z*, das andere mit der Klemmschraube *S* verbunden. Sowohl *Z* wie *S* sind in die polierten Holzkapseln, welche das Glasrohr verschliessen, eingekittet. Der Zapfen *Z* steckt mit sanfter Reibung in der Metallhülse *H*, von der aus in dem Grundbrett *C* ein Draht zu der Klemmschraube *S*<sub>1</sub> führt, in welche die Erdleitung eingeschraubt wird. Es ist zweckmässig, sich ausser der Spirale *B* (No. 1) noch eine zweite (No. 2) zu beschaffen, welche aus ungefähr 1000 Windungen eines nur 0,15 mm starken Kupferdrahtes besteht.



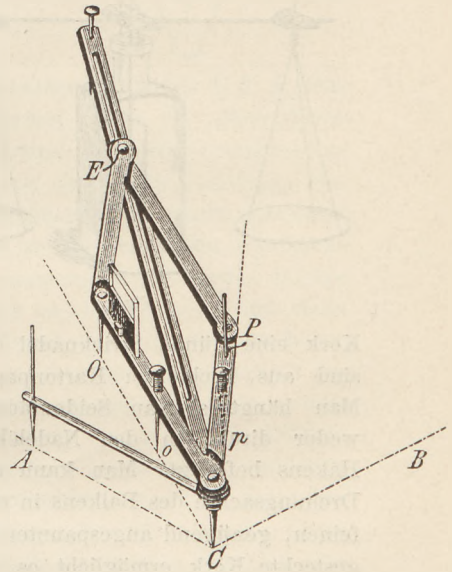
ELSTER und GEITEL verwandten zu den Tesla-Versuchen einen Induktor, dessen grösste Schlagweite zwischen Spitze und Platte 18 cm betrug, und der mit 6 grossen Bunsenelementen betrieben wurde. Der eine seiner Pole wurde mit der äusseren, der andere mit der inneren Belegung einer grossen Leydener Flasche von 1400 qcm wirksamer Oberfläche verbunden, und in den Schliessungskreis ein Funkenmikrometer mit 2 cm dicken Zinkkugeln (Himstedt *a. a. O. S. 475*) und die primäre Spule *A* des Transformators eingeschaltet.

Von den Versuchen ELSTERS und GEITELS, die zwar zum Teil bekannt, jetzt aber nach ihren Angaben selbst mit kleinen Hilfsmitteln ausführbar sind, seien folgende erwähnt: I. Induktionswirkungen der Spirale *A*. a) Wird über *A* ein einfacher Draht ring geschoben, zwischen dessen Enden eine 20 V-Lampe eingeschaltet ist, so gerät die Glühlampe in Rotglut. b) Ein 8 V-Lämpchen mit zwei Drahtwindungen erglüht bereits in einer Höhe von 10–15 cm über *A*. c) Eine 20 V-Lampe, die *A* kurz schliesst, gerät bei richtiger Einstellung des Erregerfunken in Weissglut. — II. Büschel und Funken. a) Führt man No. 2 in *A* ein und verbindet man *S*<sub>1</sub> mit der Erde, so fahren aus der Klemmschraube *S* und dem oberen Drittel von No. 2 Büschel von 20 cm Länge. b) Schaltet man die Erdleitung aus und verbindet man die Pole von No. 2 mit den Armen eines Ausladers, so erhält man Funken von 15 cm Länge. — III. Einpolige Wärmewirkungen. a) Man stellt den Erregerfunken ganz kurz und lässt die nunmehr ganz kurzen Transformatorfunken in ein dünnes, mit etwas Stanniol umwickeltes Holzspänchen so hineinschlagen, dass sie über das Holz hinweggleiten und es entzünden (Tuma). b) Eine Glühlampe mit sehr feinem geraden

Platin- oder Kohlefaden, deren cylindrischer Ansatz mit Staniol umwickelt ist, das zur Erde abgeleitet, gerät ins Glühen. — IV. Capacitäts- und physiologische Wirkungen. a) Die Klemme *S* von No. 2 wird mit einem Leiter verbunden, je grösser dessen Capacität, desto kleiner die Funkenlänge. Eine Metallscheibe von 20 cm Durchmesser lässt die Funkenlänge von 15 auf 1 cm herabsinken und eine kleine Leydener Flasche von 50 qcm Oberfläche bringt die Spannung auf Null. b) Berührt man den Transformatorpol mit der Hand, so erlischt die Wirkung. Schliesst man den Transformator kurz, so verspürt man keine elektrische Erschütterung. Die langen Funken sind physiologisch unwirksam; die kurzen Funken hingegen erzeugen auf der Haut ein schmerzhaftes stechendes Gefühl und verursachen leicht Brandblasen. — V. Elektrisierung der Luft. Lässt man von dem Pole des Transformators Funken auf den Knopf einer Leydener Flasche überspringen, so bleibt sie ungeladen. Versieht man den Knopf einer Leydener Flasche, die nach Art einer Laneschen Maassflasche eingerichtet, mit einer feinen Spitze, so erhält sie in 20—30 cm Entfernung vom Transformator eine beträchtliche positive Ladung (HIMSTEDT). — VI. Leuchterscheinungen in verdünnten Gasen. Verbindet man die Pole von No. 1 mit zwei einander gegenüberstehenden kreisrunden isolierten Metallplatten oder Netzen von 15—20 cm Durchmesser, so erhält man ein Hochfrequenzfeld, in welchem man die bekannten Leuchterscheinungen vorführen kann. Die wichtigsten dazu erforderlichen Nebenapparate sind: 1. Eine Glaskugel von 10 cm Durchmesser, elektrodenlos, innerer Gasdruck etwa 1—2 mm. 2. Eine Glaskugel gleicher Grösse mit T-förmigem Stiele, in den eine Aluminiumelektrode eingeschmolzen ist. Innerer Gasdruck etwa 0,01 mm. Verbindet man die Elektrode mit einer der Platten, so erzeugt jeder die Glaswand aussen berührende Leiter einen feinen, genau den Mittelpunkt der Kugel durchsetzenden Kathodenstrahl. 3. Desgleichen. In der Mitte der Kugel ein Crookes-Glimmerkreuz. Gasdruck  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{100}$  mm. 4. Eine Anzahl cylindrischer elektrodenloser Röhren, 30 cm lang und  $2\frac{1}{2}$  cm weit. Gasdruck in den einzelnen Röhren verschieden, 0,01—5 mm. 5. Eine Ebertsche Incandescenzlampe. Die von der äusseren Belegung ausgehenden Kathodenstrahlen bringen ein aus Balmainischer Leuchtfarbe gepresstes Scheibchen zur Phosphorescenz. 6. Um die Durchlässigkeit dünner Metallschichten für Kathodenstrahlen zu zeigen, benutzte man eine Glaskugel der unter (2) angegebenen Grösse und Form, die vor dem Evacuieren im Inneren mit einer ziemlich dicken, chemisch niedergeschlagenen Silberschicht in Form einer Kugelkappe versehen wurde. Jeder Kathodenstrahl, der die Schicht trifft, durchdringt sie und erzeugt auf der darunterliegenden Glasschicht einen lebhaften Phosphoreszenzfleck. Bei allen diesen Versuchen mit evacuierten Glasgefässen hüte man sich, den Abschmelzstellen nahe zu kommen, und achte darauf, dass die Erregerfunken nicht grösser als 1—2 mm sind. — VII. Bewegliche Lichterscheinungen in verdünnten Gasen. Schon Tesla (*Nicola Teslas Untersuchungen von Th. Commerford Martin, übers. v. Maser. Halle 1895*) hat beobachtet, dass in einer Gasmasse, die durch einen einseitig abgeleiteten Hochspannungstransformator zum Leuchten angeregt wird, Lichtbänder oder -Büschel auftreten, die von einem genäherten Leiter abgestossen werden. Ihr Auftreten war aber anscheinend an sehr complicierte Versuchsbedingungen geknüpft. ELSTER und GEITEL ist es jedoch geglückt, Apparate herzustellen, welche die Erscheinung dauernd zeigen: In ein  $3\frac{1}{2}$  cm weites und 20 cm langes cylindrisches Glasrohr ist achsial eine mit Emaille glas überzogene Platinelektrode eingeschmolzen, die vorn eine Aluminiumscheibe trägt. Eine zweite, nur zur Entfernung der letzten Gasspuren dienende Elektrode umgiebt den Glasstiel der ersteren ringförmig (ELSTER und GEITEL, *Wied. Annal.* 56, 733, 1895). Nach Herstellung eines sehr hohen Vacuums wird der Apparat von der Pumpe abgeschmolzen. Mit der ersten Elektrode an den Transformator angeschlossen, zeigt der Apparat einen von der Aluminiumscheibe ausgehenden, bläulichen, achsial verlaufenden Lichtpinsel, wenn man das Rohr etwa in der Mitte aussen mit einem zur Erde abgeleiteten Metallring umgiebt. Bei Annäherung eines Leiters oder Erzeugung eines magnetischen Feldes verlässt das eine Ende des Fadens die Metallscheibe und geht auf die Glaswand über, wo es einen Phosphoreszenzfleck erzeugt. Aus der Lage dieses Fleckes in magnetischen Felde lässt sich mit Sicherheit ein Schluss

auf die Richtung der in dem schwingenden Gasfaden erzeugten Kathodenstrahlen ziehen; es ergibt sich, dass sie den normal aus der Aluminiumscheibe austretenden Kathodenstrahlen, welche das gegenüberliegende Ende des Glasrohrs in üblicher Weise zur Phosphoreszenz bringen, entgegengesetzt gerichtet sind.  
H. H.-M.

**Eine Vorrichtung zur Dreiteilung von Winkeln.** Wird die Strecke  $AB$  durch die Punkte  $O$  und  $P$  in drei gleiche Teile zerlegt und bringt man in  $O$  senkrecht zu  $AB$  einen Spiegel an, so ist  $P$  das Spiegelbild von  $A$ . Man kann also die Dreiteilung der Strecke  $AB$  dadurch herstellen, dass man in  $A$  eine feste und in  $B$  eine bewegliche Marke aubringt, den Spiegel von  $A$  aus nach  $B$  zu und die eine Marke von  $B$  aus nach  $A$  zu stets um gleiche Strecken verschiebt; sobald der Spiegel und die bewegte Marke solche Lagen erreicht haben, dass das Spiegelbild der Marke  $A$  mit der bewegten Marke zusammenfällt, d. h. sobald beide sich in  $P$  decken, teilen  $O$  und  $P$  die Strecke  $AB$  in drei gleiche Teile. Dieses Verfahren kann man ohne weiteres auf den Kreis übertragen. Es seien  $ACB$  ein Ausschnitt eines Kreises um den Mittelpunkt  $C$ ,  $O$  und  $P$  zwei Punkte, welche den Bogen  $AB$ , und also  $CO$  und  $CP$  zwei Halbmesser, welche den Winkel  $ACB$  in drei gleiche Teile zerlegen. Denkt man sich in  $O$  senkrecht zur Kreisebene und in der Richtung  $CO$  einen Spiegel angebracht, so kann  $P$  als Spiegelbild von  $A$  aufgefasst werden. Die Dreiteilung des Winkels  $ACB$  kann also dadurch hergestellt werden, dass man in  $A$  eine feste und in  $B$  eine bewegliche Marke anbringt und den Spiegel von  $A$  aus nach  $B$  zu und die bewegliche Marke von  $B$  aus nach  $A$  zu stets um gleich grosse Bogenlängen verschiebt; sobald der Spiegel und die bewegte Marke solche Lagen erreicht haben, dass das Spiegelbild von  $A$  mit der bewegten Marke zusammenfällt, d. h. sobald beide sich in  $P$  decken, teilen die Halbmesser  $CO$  und  $CP$  den Winkel  $ACB$  in drei gleiche Teile. Es ist nicht nötig, dass der Spiegel  $O$  von  $A$  aus und die bewegte Marke von  $B$  aus ihre Bewegungen beginnen; es können als Ausgangspunkte auch zwei Stellen auf dem Kreise gewählt werden, die zur Mitte von  $AB$  symmetrisch liegen.



Von solchen sehr einfachen Überlegungen ist A. RÖNISCH (*Central-Zeitung f. Optik u. Mechanik XVI 253, 1895*) ausgegangen, als er folgende sinnreiche Vorrichtung zur Dreiteilung von Winkeln erdachte (D. R.-P. No. 82384). Die gleichartige, aber entgegengesetzte Bewegung des Spiegels  $O$  und der beweglichen Marke  $P$  wird durch das in seinen Gelenken bewegliche Vierseit  $COEP$  bewirkt, dessen Gelenkstift  $E$  in der Geradföhrung  $CE$  läuft und bei dem  $CO = CP$  und  $EO = EP$  ist. Soll der Winkel  $ACB$  in drei gleiche Teile zerlegt werden, so stellt man die Schiene  $CA$  auf den gleichnamigen Schenkel und dreht die Schiene  $CE$  so, dass sie über der Winkelhalbierenden steht, dann verschiebt man  $E$  so lange, bis in dem auf der Stange  $OC$  angebrachten oben durchsichtigen Spiegel das Bild der Marke  $A$  und senkrecht darüber die Marke  $P$  zu sehen ist. Wenn man nun mit den beiden federnden Stiften der Schienen  $CO$  und  $CP$  die Marken  $o$  und  $p$  in die Unterlage eingedrückt hat und  $o$  und  $p$  mit  $C$  verbindet, so hat man  $ACB$  in drei gleiche Teile zerlegt. Da  $\triangle ACE = \triangle ECB$  und nach dem Bau der Vorrichtung  $\triangle OCE = \triangle ECP$ , so ist stets  $\triangle ACO = \triangle PCB$  und, da der Einstellung zufolge  $\triangle ACO = \triangle OCP$  ist, ergibt sich  $\triangle ACO = \triangle OCP = \triangle PCB$ . Ist der gegebene Winkel für den Apparat zu gross, so kann man ihn durch gegebenen Falls wiederholtes Halbieren in hinreichend kleine Teile zerlegen und an einem derselben die Dreiteilung ausführen<sup>1)</sup>. Man vgl. dazu den auf anderer Grundlage beruhenden Apparat

<sup>1)</sup> Der Apparat ist von dem Mechaniker K. Rosendorf in Schweidnitz i. S. oder von dem Erfinder (Berlin NO. Friedenstr. 99) für ca. 15 M. zu beziehen.

VON HERMES bei W. Dyk, *Katalog mathematischer u. mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate u. Instrumente. S. 226, No. 96.*  
H. Hahn-Machenheimer.

**Eine einfache Präzisionswaage.** Von F. FABONNET. Die Konstruktion dieser zuerst in „La Nature“ beschriebenen originellen Waage ist in fast allen Teilen aus der Figur 1 zu ersehen. Den Träger bildet eine Flasche, wie sie für gewisse pharmaceutische Zwecke benutzt wird, bei welcher der Rand des Halses flach und etwas breit (etwa 5 mm) ist. Mit der Spitze einer dreikantigen Feile macht man in der Mitte dieses Randes eine kleine Höhlung

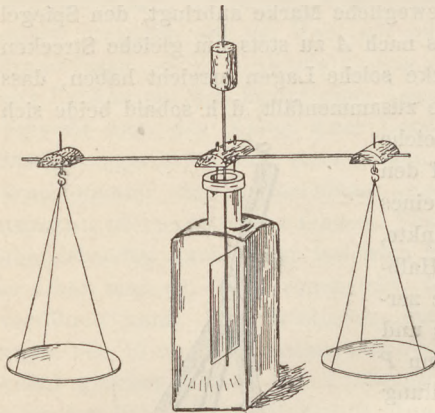


Fig. 1.

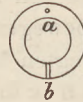


Fig. 2.

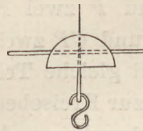


Fig. 3.

(a, Fig. 2) und gegenüber eine kleine Rille (b); das Werkzeug wird hierbei zweckmässig mit Terpentin angefeuchtet. — Der Wagebalken ist eine kräftige Stricknadel (No. 9/10 des Handels). Die Achse der Aufhängung bilden die Spitzen zweier Nähnadeln (No. 9) und die Öhre zweier weiteren Nähnadeln (No. 4) dienen für die Aufhängung der Schalen (vergl. Fig. 3). Die verschiedenen Nadeln werden aneinander durch Korkstücke befestigt. Um das stabile Gleichgewicht des Wagebalkens herzustellen, führt man durch den mittleren

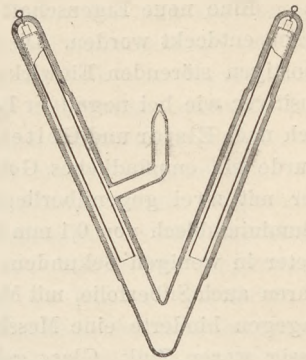
Kork eine dünne Stricknadel (No. 1/10), die zugleich als Zeiger dient. — Die Wagschalen sind aus leichtem Kartonpapier, das man in der Mitte etwas zu vertiefen sucht. Man hängt sie an Seidenfäden oder ganz dünnen Eisendrähten auf, die man entweder direkt in den Nadelöhren oder mittels eines kleinen (aus Fig. 3 ersichtlichen) Hakens befestigt. Man kann sich noch überzeugen, ob diese Aufhängepunkte mit der Drehungsachse des Balkens in einer Ebene liegen, indem man die beiden Öhre durch einen feinen, genügend angespannten Faden verbindet. Der auf das obere Ende der Zeigernadel gesteckte Kork ermöglicht es, die Empfindlichkeit zu verändern. Um andererseits eine zweckmässige Dämpfung herzustellen, befestigt man unten zwei Papierstreifen von solcher Breite, dass sie mittels einer leichten Verbiegung noch durch den Flaschenhals gehen; „durch diese letzte Zuthat wird der bescheidene Apparat seinen grossen Kollegen in den Laboratorien noch überlegen, falls er dieselben um ihren Luxus an poliertem Kupfer und glänzendem Stahl beneiden sollte“. — Der so montierte Wagebalken wird nun eingehängt und durch Verschieben der Stützpunkte justiert. Die Nullstellung wird durch zwei auf der Vorder- und Rückseite der Flasche eingeritzte Feilstriche gekennzeichnet. Man kann bei genügender Sorgfalt auf diese Weise eine Waage erhalten, mit der sich 50 g auf 1 mg genau wägen lassen, d. h. mit einer Empfindlichkeit von  $\frac{1}{50000}$ . Die Anfertigung derselben gelegentlich der Schülerübungen ist jedenfalls lohnend.

Schliesslich kann man sich zu dem kleinen Apparat auch eigene Gewichte herstellen, indem man von einem dünnen galvanisierten Eisen- oder Messingdraht (etwa 0,22 mm dick, so dass über 3 m auf 1 g gehen) soviel abschneidet, dass einem Zwanzigmarkstück (= 7,965 g) das Gleichgewicht gehalten wird, und nun mittels eines Maassstabes Längen herstellt, welche 1 dg, cg und mg entsprechen; zur Unterscheidung der Gewichte rollt man den Draht zu kleinen Kränzen (mit nach oben gerichtetem Ende, als Griff) von verschiedenem Durchmesser, die Drahtstückchen, welche 1 mg vorstellen, lässt man unverändert. (*Blätter für Knabenhandarbeit, Leipzig IX. 1. S. 15.*)

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Röntgensche Strahlen.** Für die Photographie mit Röntgenschen Strahlen beschreibt H. BOAS in der *Zeitschr. f. Instrk. XVI 117 (1896)* eine besonders geeignete Röhrenform. Die

Röhre ist V-förmig gebogen, beide Elektroden sind röhrenförmig und können nach Belieben als Anode oder Kathode benutzt werden. Der Verfasser hat beobachtet, dass solche röhrenförmige Kathoden aus ihrer Achse ein sehr intensives Bündel von Kathodenstrahlen austreten lassen, das eine ausserordentlich starke Glasfluorescenz hervorruft. Das störende Zustandekommen von Kathodenstrahlen an der äusseren Wandung des Rohres lässt sich dadurch verhindern, dass das Rohr mit einem Isolator umgeben wird, wozu am besten das Glasrohr dient, aus dem die Röhre hergestellt ist. Der strahlende Fleck am Knie der V-förmigen Röhre hat 12 mm Durchmesser; schnürt man die Glasröhrenwand dicht vor der Kathode zu einem engen Rohr zusammen, so lässt sich der Strahlungspunkt ohne Energieverlust auf 4 bis 5 mm Durchmesser herunterbringen.



Eine „Lampe zur Erzeugung von intensiven Röntgenstrahlen“ ist (nach *E. T. Z.* 1896 H. 14) von Prof. WOODWARD an der Harvard-Universität angegeben und in der *Electr. World* beschrieben worden. Ein kegelförmiges Gefäss (wie ein Glasrichter ohne Röhre gestaltet) aus Aluminiumblech von 0,1 mm Dicke ist am breiten Ende durch eine dicke, mit Gyps eingekittete Glasplatte verschlossen; das Platzen des dünnen Kegelmantels ist durch einen um das breite Ende gelegten Messingring verhütet, und überdies ist in halber Höhe eine kreisförmige Holzplatte eingesetzt, um den Mantel vor dem Zusammengedrücktwerden infolge der Evakuierung zu schützen. In das spitze Ende des Kegels ist eine Glasröhre mit Hahn eingefügt, die zur Verbindung mit der Luftpumpe dient. Durch die Mitte der das breite Ende abschliessenden Glasplatte führt ein Zuleitungsdraht, der ziemlich nahe oberhalb der Platte in ein als Kathode dienendes Platinplättchen endigt; dieses ist schräg gestellt, so dass es einer Seitenkante des Kegels parallel ist. Beim Durchschicken von 25000 bis 30000 V. gingen von der Stelle des Mantels, die der Kathodenfläche grade gegenüberlag, so kräftige Strahlen aus, dass die Photographie einer Hand nur 5 Sekunden erforderte. Es ist besonders bemerkenswert, dass in diesem Falle die photographisch wirksamen Strahlen nicht von einem fluorescierenden Körper ausgehen; es scheinen vielmehr die Kathodenstrahlen selbst zu sein, die durch die Aluminiumwand hindurchtreten, und von denen Lenard die photographische Wirkungsfähigkeit nachgewiesen hat.

M. KOPPE hat im Verein z. Förd. des physik. Unterrichts in Berlin bereits mitgeteilt, dass ein fluorescierender Körper (Korallenkalk), der im Innern der Röhre befindlich ist und von den Kathodenstrahlen getroffen wird, besonders kräftige Strahlen liefert. Einer Zeitungsnachricht zufolge haben WINKELMANN und STRAUBEL die Wirkung der Röntgenschen Strahlen in ähnlicher Weise dadurch verstärkt, dass sie die Strahlen auf einen Schirm fallen liessen, der mit Flussspatpulver bedeckt war; die von diesem Schirm ausgehenden Strahlen erwiesen sich von kräftigster photographischer Wirksamkeit, sodass wenige Sekunden für eine Aufnahme genügten.

Von H. BEQUEREL ist in den *C. R.* 122, 420 (1896) darauf hingewiesen worden, dass auch die gewöhnlichen phosphorescierenden Körper, wie Schwefelcalcium, Strahlen aussenden, welche undurchsichtige Körper durchdringen. In besonders hohem Maasse zeigen die Uransalze diese Eigenschaft. Eine photographische Bromgelatineplatte wurde mit sehr dickem schwarzen Papier umhüllt, sodass sie unverändert blieb, auch wenn sie einen ganzen Tag lang dem Sonnenlicht ausgesetzt war. Dann brachte man auf die umhüllte Platte eine Schicht krystalinischen Urankaliumsulfats und exponierte sie mehrere Stunden lang der Sonne; beim Entwickeln erschien die Platte unter der phosphorescierenden Substanz geschwärzt. Schaltete man eine Münze oder einen durchbrochenen Metallschirm ein, so erschien deren Bild auf der Platte. Die Wirkung trat auch ein, wenn unter die phosphorescierende Substanz eine dünne Glasplatte gelegt wurde, so dass auch eine etwaige chemische Wirkung von Dämpfen der Substanz ausgeschlossen war. Diese Versuche machen die auch anderweitig nahegelegte

Annahme wahrscheinlich, dass man es auch bei den Röntgenstrahlen nicht mit longitudinalen Wellen, sondern mit Fluoreszenzlicht besonderer Art zu thun hat.

Eine neue Eigenschaft der Röntgenschen Strahlen ist von L. BENOIST und D. HURMUZESCU entdeckt worden. Die Strahlen vermögen die Entladung elektrisierter Körper, die vor sonstigen störenden Einwirkungen geschützt sind, zu bewirken, und zwar ebenso gut bei positiver wie bei negativer Ladung (während die gleiche Wirkung der ultravioletten Strahlen sich nach Elster und Geitel auf negative Ladungen beschränkt). Für diese Untersuchungen wurde ein empfindliches Goldblattelektrometer in einen Behälter aus Metallwänden gesetzt, der mit zwei gegenüberliegenden Fenstern versehen war. Bestand das eine Fenster aus Aluminiumblech von 0,1 mm Dicke, so entluden die hindurchdringenden Strahlen das Elektrometer in wenigen Sekunden, dasselbe trat auch noch bei 1 mm Dicke ein; gut durchlässig waren auch Silberfolie, mit Metalllösungen getränktes Papier, Gelatine, Celluloid, Ebonit u. a.; dagegen hinderte eine Messingscheibe von 0,1 mm Dicke jede Wirkung, ebenso undurchlässig waren Zink, Glas, gebranntes Porzellan. Durch Benutzung des angegebenen Verhaltens gelang auch der Nachweis, dass die Intensität der Strahlen in Luft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, indem die Zeiten gemessen wurden, in denen die Divergenz der Goldblättchen sich um einen bestimmten Winkel verminderte, wenn sich das Elektroskop in verschiedenen Abständen von der Ausgangsstelle der Strahlen befand. Auch die Heterogenität der Röntgenstrahlen wurde dadurch nachgewiesen, dass Aluminiumplatten für verschiedene Crookesche Röhren einen verschiedenen Durchlässigkeitscoefficienten ergaben (*C. R.* 122, 379). Durch ähnliche Versuche an einem Quadrantenelektrometer hat J. J. THOMSON gezeigt, dass die Intensität der Röntgenstrahlen von dem Verdünnungsgrade in der erzeugenden Röhre in messbarer Weise abhängig ist. Die Entladung des elektrisierten Metalles erfolgte auch, wenn dieses von einem festen oder flüssigen Isolator (Paraffinwachs, Schwefel, Ebonit, Glimmer, Paraffinöl) völlig umgeben war. J. J. THOMSON schliesst daraus, dass das Dielektrikum während des Durchgangs der Röntgenstrahlen zu einem Leiter der Elektrizität wird (*Nature* 53, 377).

Es ist die Frage aufgeworfen worden, warum die Netzhaut des Auges für die Röntgenschen Strahlen nicht empfindlich ist, da sie zu den fluorescierenden Körpern gehört, und die im gewöhnlichen Licht fluorescierenden Körper auch in den Röntgenstrahlen fluorescieren. Nach Versuchen von E. SALVIONI aber werden die Röntgenstrahlen durch die Augenmedien ebenso stark aufgehalten wie durch eine Glasscheibe von 1 mm Dicke, sie können daher auf die Retina nicht wirken (*Nature* 53, 424). Auch DORLEX und de ROCHAS haben die Augenmedien untersucht und gefunden, dass die Krystalllinse weniger Strahlen durchlässt als Fleisch, dass sie aber durchlässiger ist als Knochen und Metall; die Hornhaut des Auges war durchlässiger als die Linse. Hinter den durchsichtigen Teilen des ganzen Augapfels wurde selbst nach halbstündiger Exposition keine Wirkung der Röntgenschen Strahlen auf einer photographischen Platte erzielt (*C. R.* 122, 458; vgl. *Naturw. Rundschau* 1896, No. 14).

Inbezug auf die Verwertung der Röntgenstrahlen für die Medizin hat man sich neuerdings bemüht, an die Stelle des Photographierens die direkte Beobachtung treten zu lassen, indem man fluorescierende Schirme von solcher Empfindlichkeit herstellte, dass die Schatten der dahinter befindlichen Gegenstände deutlich sichtbar wurden. Nach der *D. medizinischen Wochenschrift* hat Dr. BUKA in Charlottenburg einen flächenartigen Raum, der einerseits von einer Glasplatte, andererseits von einem Karton bedeckt war, mit Baryumplatineyanür gefüllt und so einen Schirm erhalten, der noch in mehreren Metern Entfernung von der Vakuumröhre hell aufleuchtete. Auf diesem Schirm waren die Knochen der Hand, der Handwurzel, des Unter- und Oberarms, des Fusses (durch den Schuh hindurch) mit überraschender Deutlichkeit zu unterscheiden, ja sogar Rippen, Schulterblatt und Wirbelsäule waren erkennbar. Der Schatten eines Schlüssels konnte durch den Kopf eines zehnjährigen Knaben hindurch wahrgenommen werden. Nach Mitteilungen von E. GOLDSTEIN in Berlin besitzt das Kaliumplatineyanür eine noch bedeutend höhere Leuchtkraft als das bisher verwendete Baryumplatineyanür.



**Dunkles Licht.** In den *Compt. rend. CXXII 188 u. 233, 1896* theilte GUSTAV LE BON Versuche über den Durchgang von gewöhnlichem Licht durch undurchsichtige Körper mit. In einem gewöhnlichen Copierrahmen wurde eine sehr empfindliche Platte unter ein Negativ gelegt und das Negativ mit einer dünnen Eisenplatte von der Grösse des Rahmens bedeckt. Belichtete man nun den Rahmen etwa 3 Stunden lang mit einer Petroleumlampe und entwickelte dann die empfindliche Platte sehr kräftig bis zum Schwarzwerden, so zeigte sich auf ihr ein zwar schwaches aber recht deutliches Bild. Noch bessere Ergebnisse erhielt LE BON, als er unter die empfindliche Platte noch eine Bleiplatte legte und deren Ränder um die auf dem Negativ liegende Eisenplatte so herumbog, dass das Negativ und die empfindliche Platte in dem so hergestellten metallischen Kasten vollständig eingeschlossen waren. Sonnenlicht wirkte im wesentlichen wie das Petroleumlicht. Dass Wärmestrahlen bei der Entstehung der Diapositive keine Rolle spielen, wies LE BON dadurch nach, dass er eine empfindliche Platte nebst dem darauf liegenden Negativ 12 Stunden lang im Dunkeln auf 50° C. erwärmte, ohne dass eine Spur von einem Bilde sich zeigte. Auf eine Fehlerquelle ist bei der Wiederholung der Versuche besonders zu achten. Manche Negative enthalten nämlich aufgespeichertes Licht und erzeugen daher, bis sie sich erschöpft haben, im Dunkeln auf empfindlichen Platten, die mit ihnen in Berührung kommen, stets ein positives Bild. Zu den Versuchen wurden deshalb nur solche Negative benutzt, welche einen Tag mit den Trockenplatten im Dunkeln in Berührung gelegen hatten, ohne darauf eine Spur eines Bildes zu erzeugen. Da solche Negative bei der Belichtung durch eine undurchsichtige Platte hindurch ein Bild geben, so kann diese Erscheinung nur durch Strahlen hervorgerufen sein, welche die undurchsichtige Hülle durchsetzt haben und die LE BON deshalb als *lumière noire* bezeichnet hat. — Der Pariser Akademie wurden einige Negative vorgelegt, die durch Metallplatten von 0,5 mm Dicke hindurch aufgenommen waren. Aluminium und Kupfer sind für die dunklen Strahlen sehr durchlässig, Eisen und Zink dagegen weniger, Silber und Zinn nur in sehr geringem Grade. Besonders undurchlässig ist trotz seiner geringen Dicke (etwa 0,02 mm) das schwarze Papier, in welches die Schachteln mit photographischen Platten gewöhnlich eingewickelt werden. Die Röntgenschen Strahlen gehen hingegen durch dieses Papier sehr leicht hindurch. (*Zeitschr. f. Instrumentenkunde XVI 93, 1896.*)

**Eine Studie über unipolare Induktion.** Von LECHER. (*Wied. Ann. 54, 276; 1895.*) Nach der Vorstellung Faradays besteht das Kraftfeld in der Umgebung eines Magneten in einem Energiezustande des Äthers, der durch den Magneten hervorgerufen wird. Die durch eine Bewegung des Magneten bewirkte Änderung des Kraftfeldes entspricht genau der Bewegung der Lichtstrahlen bei der Lagenänderung eines leuchtenden Punktes; es treten der Bewegung des Magneten entsprechend fortwährend neue Kraftlinien auf, während die früher vorhandenen verschwinden. Wenn ein cylindrischer Magnet um seine Achse rotiert, so kann sich nach dieser Anschauung das Magnetfeld nicht ändern. Demgegenüber haben Preston, Rayleigh und andere die Ansicht vertreten, dass bei der Rotation eines Magneten das von ihm erzeugte Kraftfeld mitrotiere. Eine Entscheidung der Frage, welche von beiden Theorien die richtige sei, lässt sich auf Grund der bisher bekannten Versuche über unipolare Induktion nicht treffen, da, wie LECHER zeigt, die Ergebnisse dieser Versuche sich gleich gut aus beiden Annahmen herleiten lassen.

Dies ist beispielsweise der Fall bei dem bekannten Vorlesungsversuche, bei dem ein mit seinen Endpunkten in eine kreisförmige Quecksilberrinne eintauchender Kupferbügel um einen in der Achse der Rinne stehenden Magnetpol rotiert, sobald ein Strom durch den Magneten aufwärts und durch die Schenkel des Bügels abwärts geleitet wird. Sind sowohl Bügel als Magnet beweglich angeordnet, so muss, wenn nach Faraday das Magnetfeld fest steht, der Magnet in Ruhe bleiben und der Bügel allein rotieren; sind jedoch Magnet und Bügel fest mit einander verbunden, so wird der Bügel den Magneten bei seiner Rotation mitnehmen müssen. Nach Preston hat man den Einfluss des Zuleitungsdrahtes zur Quecksilberrinne zu berücksichtigen. Dieser und der Bügel üben beim Stromdurchgange auf die Magnetkraftlinien den gleichen und entgegengesetzt gerichteten Druck aus, so dass, wenn

Bügel und Magnet von einander unabhängig sind, nur der Bügel rotiert. Sind jedoch Bügel und Magnet verbunden, so wird der vom Bügel auf die Kraftlinien ausgeübte Druck aufgehoben, der Zuleitungsdraht zur Quecksilberrinne treibt den Bügel und die Kraftlinien nach derselben Richtung fort.

Der Biot-Savartsche Versuch über die Wirkung eines geradlinigen Stromes auf einen Magnetpol ist nach LECHER zur Erläuterung der unipolaren Induktion nicht geeignet. Bei diesem Versuch bildet der Stromleiter die Achse einer Quecksilberrinne; auf seinem in der Höhe der Rinne liegenden Ende schwebt ein Bügel mit zwei vertikal stehenden Magnetstäben. Die Stromleitung wird durch einen vom Bügel zur Quecksilberrinne führenden Draht vermittelt. Der Sitz der bewegenden Kraft ist hier allein in der Stromzuleitung zur Quecksilberrinne zu suchen. LECHER entfernte diese störende Zuleitung dadurch möglichst weit von den beiden Magnetstäben, dass er die Quecksilberrinne in grösserem Abstände über den Magneten anbrachte und die Stromzuleitung von dem die beiden Magnete tragenden Bügel nach der Rinne durch ein lang gestrecktes Drahtrechteck bewirkte, das oben einen in das Quecksilber der Rinne eintauchenden Haken trug. Bei dieser Anordnung konnte er unter Anwendung eines Stromes von 15 Amp. durchaus keine Rotation der Magnete um den geradlinigen Leiter erhalten. Wurden ferner zwei durch einen Bügel verbundene Magnetstäbe an einem Faden aufgehängt und zwischen ihre beiden nach unten hängenden Nordpole der vertikale Teil eines rechtwinkelig umgebogenen Stromleiters aufgestellt, so drehten sich die Magnete, bis sie das horizontal liegende Leiterstück berührten. Die von dem vertikalen Leiter und der horizontal liegenden Zuleitung begrenzte Fläche stellt also einen Magneten dar.

Das Faradaysche Pendel ändert LECHER in der Weise um, dass er den nach unten gerichteten Pol eines Elektromagneten mit einem auf einer Spitze schwebenden Drahtbügel umgiebt, dessen umgebogene Enden in eine Quecksilberrinne tauchen. In eine mit der ersten leitend verbundene concentrische Rinne taucht ein Kupferdraht ein, der von dem Eisenkern des Elektromagneten ausgeht. Wird durch die Aufhängespitze dem Kupferbügel Strom zugeführt, der dann durch die Quecksilberrinnen in den Eisenkern des Elektromagneten eintritt, so rotiert der Kupferbügel mit constanter Geschwindigkeit, gleichviel ob der Elektromagnet ruht oder in der einen oder anderen Richtung rotiert. Steht der Magnet fest, so übt der vom Strom durchflossene Kupferbügel auf die Kraftlinien einen Druck aus, so dass der Bügel in Rotation versetzt wird. Die Energie dieser Rotation wird vom elektrischen Strome geliefert, der die durch die Rotation des Bügels entstehende elektromotorische Gegenkraft überwindet. Lässt man den Elektromagneten ebenso schnell rotieren wie den Bügel, so wird die sonst vom Strom aufzuwendende Energie durch die mechanische Energie der Rotation ersetzt. Nach Faraday entstehen hierbei, da das Magnetfeld feststeht, im Bügel und in der im Magneten liegenden Strombahn elektromotorische Gegenkräfte, die sich gegenseitig aufheben; nach Preston bewegen sich Bügel und Kraftlinien gleich schnell, es entsteht also überhaupt keine elektromotorische Gegenkraft und die Rotationsenergie des Pendels rührt von der Energie des rotierenden Magneten her.

Um eine Entscheidung zwischen beiden Theorien herbeizuführen, hat LECHER eine Anzahl neuer Versuche angestellt, die nach Preston nur schwer erklärt werden können und complicierte Annahmen erfordern, während sich ihre Resultate aus der Anschauung Faradays von selbst ergeben.

Ein cylindrischer Elektromagnet rotiert um seine Achse. Diese und ein gegen den Cylindermantel schleifender Contact stehen mit einem Galvanometer in Verbindung. Der im Galvanometer fließende Strom rührt nach Faraday von den im Eisenkern des Elektromagneten verlaufenden Kraftlinien her, die im Raume feststehen und von dem rotierenden Elektromagneten geschnitten werden. Nach Preston ist der Sitz der elektromotorischen Kraft allein in dem Zuleitungsdraht zum Schleifcontact zu suchen, der von den den Magneten umgebenden und mit ihm zugleich rotierenden Kraftlinien geschnitten wird. Der Elektromagnet wurde nun in ein Eisenjoch eingesetzt, das aus zwei einander und der Cylinderachse parallelen Platten und zwei zugleich als Achsenlager dienenden Verbindungsstücken bestand.

Durch Messung der bei Umkehrung des Magnetisierungsstromes in Prüfspulen erzeugten Induktionsströme wurde festgestellt, dass die Anzahl der durch den Eisencylinder des Elektromagneten verlaufenden Kraftlinien durch das Eisenjoch auf etwa das  $3\frac{1}{2}$ fache erhöht wurde während die Anzahl der in dem Luftraum zwischen den Jochplatten liegenden Kraftlinien auf den fünften Teil abgenommen hatte. Die Rotation des Magneten ergab bei Anwendung des Eisenjoches einen  $3\frac{1}{2}$ mal so grossen Galvanometerausschlag als ohne Joch. Aus der Faradayschen Anschauung folgt dies Ergebnis unmittelbar; die Prestonsche Theorie würde die weitere Annahme erfordern, dass die Kraftlinien nicht gleich schnell mit dem Magneten rotieren, dass sie vielmehr in den beiden Jochplatten längere Zeit verweilen und dann mit einer bedeutend grösseren Geschwindigkeit von der einen Jochplatte durch den Luftraum hindurch zur anderen hinüberspringen.

Noch deutlicher wird die Unzulänglichkeit der Prestonschen Theorie durch folgende Versuche dargethan. In drei Metallstützen sind die Achsen zweier genau gleich grosser und gleich gewickelter Elektromagnete gelagert, so dass zwei ungleichnamige Pole gegen einander stossen. In der Mitte des Mantels jedes Eisencylinders ist ein Schleifkontakt angebracht. Beide Magnete können von einander unabhängig in Rotation versetzt werden. Die eine Galvanometerklemme wurde mit dem Schleifkontakt des zweiten Magneten verbunden; von der anderen Galvanometerklemme wurde eine Leitung einmal an das gemeinschaftliche Achsenlager beider Magnete und sodann an das äussere Lager des zweiten Magneten gelegt. In beiden Fällen ergab sich, wenn der zweite Magnet mit einer bestimmten Geschwindigkeit rotierte, derselbe Ausschlag des Galvanometers. Es war hierbei gleichgiltig, ob der erste Magnet ruhte oder in gleichem oder entgegengesetztem Sinne wie der zweite Magnet rotierte. Legte man drittens das Galvanometer zwischen die beiden Schleifkontakte und rotierten beide Magnete in entgegengesetztem Sinne, so ergab sich die Summe der Ausschläge, die erhalten wurden, wenn entweder der eine oder der andere Magnet rotierte.

Der Apparat wurde so abgeändert, dass die im mittleren Lager laufenden Achsen der beiden Elektromagnete aus isolierendem Material bestanden und die gegen einander gekehrten Polflächen mit Kupferscheiben bedeckt wurden, die in einen Quecksilbernafp eintauchten. Wurde jetzt das Galvanometer an den Schleifkontakt des ersten Magneten und einmal an das äussere Lager des ersten Magneten, das zweite Mal an den die Kupferscheiben verbindenden Quecksilbernafp gelegt, so ergaben sich bei der Rotation des ersten Magneten zwei verschieden grosse und entgegengesetzt gerichtete Ausschläge, gleichgiltig, ob der zweite Magnet ruhte oder ebenfalls rotierte. Legt man sodann das Galvanometer zwischen Aussenlager des ersten Magneten und Quecksilbernafp, so erhält man die Differenz der beiden früheren Ausschläge. Schaltet man die Galvanometerwicklung zwischen die beiden äusseren Lager, so erhält man, falls beide Magnete mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung rotieren, die Summe der beiden Ausschläge, die sich ergeben, wenn ein Magnet rotiert, der andere in Ruhe bleibt. Rotieren beide Magnete in derselben Richtung, so subtrahieren sich die Wirkungen und es tritt kein Strom auf.

Alle diese Versuche lassen sich leicht und in übersichtlicher Weise aus der durch die beiden Magnete hervorgerufenen Kraftlinienverteilung herleiten, wenn man mit Faraday annimmt, dass die elektromotorische Kraft dadurch entsteht, dass der cylindrische Magnet bei seiner Rotation die im Raume feststehenden Kraftlinien schneidet. Auf Grund der Prestonschen Vorstellung lassen sich die Versuche nur durch die Annahme erklären, dass die Kraftlinien, deren Rotation die unipolare Induktion veranlasst, verschieden seien von den Kraftlinien, die die gewöhnliche magnetische Induktion und das Richten der Eisenfeilspähne bewirken. Die Anwesenheit eines zweiten Magneten müsste eine Vermehrung und Richtungsänderung der Kraftlinien des ersten Magneten hervorrufen, und trotzdem würden die von jedem der beiden Magnete ausgesandeten Kraftlinien nur mit dem sie erzeugenden Magnete rotieren und von der Rotation des andern Magneten nicht beeinflusst werden.

Als eine direkte Folgerung aus der Faradayschen Theorie ergibt sich, dass die Erde als rotierender Magnet am Nordpol positive und am Äquator negative Elektrizität

zeigen müsste. Jeder mit der Erde rotierende Leiter muss an seinen Enden eine kleine Potentialdifferenz erhalten, die sich jedoch weder galvanometrisch noch elektrometrisch nachweisen lässt. Würde man einen geradlinigen Leiter um eine Achse drehen, die in der Richtung der Erdbewegung auf den Kraftlinien senkrecht steht, so würde in dem ungeschlossenen Leiter ein sehr schwacher Wechselstrom verlaufen müssen.

H. R.

**Elektrolyse der Gase.** Von J. J. THOMSON (*Electrician* 35, 578, 1895). Die in verdünnten Gasen beim Stromdurchgange stattfindenden elektrolytischen Vorgänge lassen sich durch spektroskopische Beobachtung der in Entladungsröhren auftretenden Lichterscheinungen verfolgen. Um die schnelle Diffusion der Zersetzungsprodukte des Gases zu verhindern, verwendete THOMSON als Entladungsrohr ein möglichst enges Thermometerrohr, das U-förmig gebogen und an beiden Enden mit Platinelektroden versehen war. An das Mittelstück des Rohres war ein Ansatzrohr mit zwei Hähnen angeschmolzen, mit deren Hilfe sehr kleine Gasmengen in das evacuierte Rohr eingeführt werden konnten. Die beiden Enden des Entladungsrohres konnten schnell abwechselnd vor den Spalt eines Spektroskops geschoben werden. Das Rohr wurde mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt, bis auf sehr niedrigen Druck ausgepumpt und mit seinen Elektroden an die Pole eines sehr grossen Induktoriums gelegt.

War das Entladungsrohr mit Salzsäuregas gefüllt, so wurde es bei Beginn der Entladungen von einem gleichmässigen grünlichen Lichte erhellt. Nach einiger Zeit trat an der Kathode das rote Licht des Wasserstoffes, an der Anode das grüne Licht des Chlors auf. Der Farbenunterschied an beiden Elektroden nahm zu bis zu einem Maximum und sank dann wieder, so dass, nachdem die Entladungen einige Stunden lang durch das Rohr hindurchgegangen waren, das ganze Rohr gleichmässig rötlich gefärbt erschien. Der anfangs an der Kathode angehäuften Wasserstoff hatte sich also allmählich durch das ganze Capillarrohr verbreitet und vermittelte vorwiegend die elektrische Entladung. Manchmal sprang jedoch die Entladung plötzlich vom Wasserstoff auf das Chlor über, so dass das Rohr auf einen Augenblick grün aufleuchtete.

Wurde das Rohr zuerst mit sehr verdünntem Wasserstoff gefüllt und während des Durchganges des Entladungsstromes mit Hilfe der beiden Hähne des Ansatzrohres eine kleine Menge Chlor in das Vacuumrohr eingelassen, so trat nach kurzer Zeit an der Anode ein glänzendes Chlorspectrum auf, das allmählich wieder verschwand. Wurden dann die Pole des Induktoriums vertauscht, so leuchtete das Chlorspectrum an derselben Elektrode, an der es sich früher gezeigt hatte, hell auf, verschwand dann vollständig und trat nach einiger Zeit an der neuen Anode wieder auf. Die Chlor-Ionen wandern also stets zur positiven Elektrode, d. h. sie besitzen eine negative Ladung. Ebenso verhält sich Bromdampf, den man in ein mit verdünntem Wasserstoff gefülltes Rohr einlässt; auch die Brom-Ionen zeigen sich negativ geladen. Wurde jedoch in ein mit verdünntem Chlorgas gefülltes Entladungsrohr Bromdampf eingelassen, so wanderte das Brom unter der Einwirkung des elektrischen Stromes nicht zur Anode, sondern zur Kathode. Das Brom ist also bei Gegenwart von Wasserstoff das negative Ion, bei Gegenwart von Chlor dagegen das positive Ion.

Nach THOMSON deuten diese Erscheinungen darauf hin, dass durch die ein Gasgemisch durchsetzenden Entladungen eine zwischen den beiden Gasen entstandene chemische Verbindung, in der die Atome beider Gase entgegengesetzte elektrische Ladungen besitzen, zerlegt wird, und dass die elektrisch geladenen Atome beider Gase unter dem Einfluss des Entladungsstromes nach entgegengesetzten Richtungen wandern. Das Zeichen der Ladung, die das Atom eines bestimmten Gases besitzt, ist nicht unveränderlich, sondern von der Natur desjenigen Gases abhängig, mit dem das erste Gas verbunden ist. Das allmähliche Verschwinden des Chlorspectrums an der Anode des mit einer Mischung aus Wasserstoff und Chlor gefüllten Entladungsrohres und das plötzliche Wiederaufleuchten des Spectrums bei Vertauschung der Pole zeigt, dass in Gasen ebenso wie in Flüssigkeiten eine Polarisation der Elektroden stattfindet.

Zusammengesetzte Gase wurden in einem weiten cylindrischen Glasrohr elektrolysiert, an dessen Enden Platinelektroden eingeschmolzen waren, während in der Mitte des Rohres

ein 5 mm dicker Aluminiumcylinder eingelegt war, der das Rohr soweit ausfüllte, dass nur noch ein sehr enger ringförmiger Spalt frei blieb, durch den die Entladung nicht hindurchging. Da die eine Grundfläche des Aluminiumcylinders als Anode, die andere als Kathode wirkt, so konnte durch spektroskopische Untersuchung des Gases zu beiden Seiten des Aluminiumcylinders die im Gase stattfindende Elektrolyse festgestellt werden. Wurde das Rohr mit Ammoniak gefüllt, so zeigten sich auf der Kathodenseite der Platte die Wasserstofflinien, während sie auf der Anodenseite vollständig fehlten. Das Stickstoffspectrum trat auf beiden Seiten der Platte auf und zwar an der Anodenfläche mit grösserer Helligkeit. Bei Salzsäuregas zeigten sich an der Kathodenfläche der Platte die Wasserstofflinien, an der Anodenfläche die Chlorlinien. Schwefelmonochloriddampf lieferte an der Kathodenfläche ein Chlorspectrum, an der Anodenfläche ein Schwefelspectrum. Das Chlor verhält sich also in seinen Verbindungen mit Wasserstoff und mit Schwefel verschieden; im ersten Falle besitzt das Chloratom eine negative, im zweiten eine positive elektrische Ladung. *H. R.*

### 3. Geschichte.

**Franz Neumann.** Dem Andenken des am 23. Mai 1895 im 97. Lebensjahr verstorbenen Altmeisters der mathematischen Physik ist eine kleine Schrift von P. VOLKMANN<sup>1)</sup> gewidmet. Sie bietet, ausser einer Reihe authentischer Mitteilungen über den Lebensgang, die Veröffentlichungen und die Zuhörer Neumanns, in der Gedächtnisrede des Herausgebers ein Bild von der wissenschaftlichen Persönlichkeit des Verstorbenen. Wir heben daraus folgendes hervor: Den Ausgangspunkt seiner Forschungen bildete die Krystallographie, der die Arbeiten von 1823 bis 1830 angehören. Von der geometrischen Betrachtung wendete er sich mehr und mehr der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Krystalle, insbesondere ihres elastischen, optischen und thermischen Verhaltens zu. Mit der Abhandlung „Theorie der doppelten Strahlenbrechung, abgeleitet aus den Gleichungen der Mechanik“ betrat er 1832 das Gebiet der theoretischen Optik, auf dem er so glänzende Erfolge errang. Er erweiterte Naviers Theorie auf krystallinische Medien; es gelang ihm, aus den Gleichungen der Mechanik die von Fresnel experimentell gefundenen Gesetze für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts in verschiedenen Richtungen abzuleiten. Hier traten auch in der Theorie die longitudinalen Wellen auf, die in neuester Zeit wieder zum Gegenstand der Diskussion geworden sind. Von der Elastizitätstheorie ausgehend, entwickelte Neumann die Vorstellung, dass das Licht in der Polarisationssebene schwinde. Den oft erhobenen Bedenken dagegen, dass der Äther bei seiner geringen Dichte sich doch wie ein fester Körper verhalte, begegnete er schon 1832 mit der Bemerkung, dass sich feste, flüssige und gasförmige Körper gleich verhalten, so lange die Verschiebungen ihrer Teilchen innerhalb der Sphäre des stabilen Gleichgewichtes fallen, was für die Lichtbewegung vorausgesetzt werden dürfe. Dem Ausbau und der Vollendung der Fresnelschen Optik ist auch die grosse Abhandlung über die Gesetze, nach welchen das Licht an der Grenze zweier vollkommen durchsichtiger Medien reflektiert und gebrochen wird (1835), gewidmet. Eine weitere grosse Arbeit über die Gesetze der Doppelbrechung des Lichtes in comprimierten oder ungleich erwärmten unkrystallinischen Körpern (1841) verbindet in mustergültiger Weise mathematische und experimentelle Forschung. Hier ergibt sich u. a. das überraschende Resultat, dass das Licht sich in einem gleichförmig dilatierten Glaskörper langsamer, in einem gleichförmig comprimierten schneller bewegt. Der Höhepunkt der physikalischen Forschungen Neumanns wird aber durch die elektrodynamischen Untersuchungen gebildet, die 1845 und 1847 in den Abh. d. Berl. Akad. erschienen sind: Über die mathematischen Gesetze der inducierten elektrischen Ströme, und über ein allgemeines Princip der mathematischen Theorie inducierter elektrischer Ströme. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen waren die Aufstellung eines „Integralgesetzes für geschlossene Strombahnen“ und die Auffindung des Ge-

<sup>1)</sup> Franz Neumann. Ein Beitrag zur Geschichte deutscher Wissenschaft. Von P. Volkmann. Mit einem Bildnis Franz Neumanns. 68 S. Leipzig, B. G. Teuber, 1896.

setzes für das elektrodynamische Potential zweier geschlossener Ströme, wodurch die ponderomotorischen Wirkungen solcher Ströme auf einander bestimmt sind. Der Wert dieser Entdeckungen kann durch keinen Wechsel der Theorien und durch keinen Fortschritt der Erkenntnis gemindert werden.

Von allgemeinem Interesse sind auch die Mitteilungen über das mathematisch-physikalische Seminar zu Königsberg, dessen grösster Schüler Kirchhoff gewesen ist, und dessen Erfolge vornehmlich der hingebenden Thätigkeit Neumanns zu verdanken sind. P.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Das Harmonium im akustischen Unterrichte.** Von ERNST BOEHM. (Programm des Andreas-Realgymnasiums, Berlin, Ostern 1895, *Pr.-No. 93*). Die Abhandlung enthält sehr beachtenswerte Ausführungen über die vielseitige Verwendbarkeit des immer mehr an Verbreitung gewinnenden Harmoniums und berührt ausserdem noch verschiedene praktische Fragen des akustischen Unterrichts. Der Stoff gliedert sich in die Abschnitte: 1. Intervalle, Tonleiter, 2. temperierte Stimmung, 3. absolute Schwingungszahl, 4. Obertöne, 5. das Mitschwingen, 6. Schwebungen, 7. die reine Stimmung, 8. Combinationstöne. Zunächst wird darauf hingewiesen, dass es namentlich für unmusikalische Schüler von Wert ist, wenn die Intervalle durch den unmittelbaren Anblick der Tasten anschaulich erfasst werden, dass Consonanzen und Dissonanzen leicht herauszufinden sind u. s. w. Für viele derartige Betrachtungen, bei welchen es nur auf die Lage der Töne zueinander ganz unabhängig von einer bestimmten Tonhöhe ankommt, findet es der Verfasser störend, dass wir bei unserer Tonbenennung c, d, e u. s. w. sowie bei der Notenschrift gleich eine bestimmte Tonhöhe angeben; er weist ferner darauf hin, dass es einige Abstraktion voraussetze, wenn die bekannte Reihe der Schwingungsverhältnisse 24, 27, 30 u. s. w. im Lehrbuche von Jochmann mit c, d, e u. s. w. bezeichnet werde — und meint, dass diese Schwierigkeiten schwinden würden, „wenn man nach Art der Solfeggisten die Töne nur in ihrer Beziehung zur Tonica durch do re mi fa sol la si (im Text steht irrthümlich ti), also die Tonica immer mit do bezeichnete“. Hierzu ist zu bemerken, dass die genannten Silben nicht allgemeine Bezeichnungen für die Intervalle sind, sondern die Bezeichnung der wirklichen C-Tonleiter darstellen. In allen Solfeggien der Meister ist z. B. die Note auf der zweiten Linie des Systems — Violinschlüssel vorausgesetzt — immer sol und wird als sol gesungen, unser d immer re, ut minore ferner ist C-moll. (Übrigens ist do als Bezeichnung der Tonica nicht streng, denn die ital. Tonleiter lautet ut re mi fa sol la si do.) Wenn freilich die Solfeggisten bei Tonleiterübungen jede beliebige Tonleiter mit den Silben der C-Tonleiter singen lassen, so machen sie sich derselben Inconsequenz schuldig, die wir begehen würden, wenn wir jede Tonleiter mit den Silben ce, de, e u. s. w. singen lassen würden, was bekanntlich nur der Eintönigkeit der Vokale wegen nicht geschieht. Will man also consequent sein, so muss man sich mit den etwas unbequemen Intervallbezeichnungen Sekunde, Terz u. s. w. begnügen und abfinden.

Bezüglich der temperierten Stimmung wird hervorgehoben, dass die Abweichung von der reinen Stimmung auch für wenig geschulte Ohren durch das Harmonium unzweifelhaft festgestellt werden könne (Verf. benutzt ein 5 Oktaven umfassendes Instrument der Firma Emmer für 108 M.). Es werden dann für die Vergleichung der reinen und temperierten Stimmung hinsichtlich der Differenzen sehr zweckmässig die absoluten Schwingungszahlen verwendet und für die eingestrichene Oktave die entsprechenden Werte in einer Tabelle zusammengestellt, wobei nur zu wünschen wäre, dass von der massgebenden Zahl 261 für c' statt von 256 ausgegangen würde. — Für die Bestimmung der absoluten Schwingungszahl eines Tones erweist sich das Harmonium als besonders geeignet, sofern man den Versuch mit einer Sirene mit Zählwerk vornimmt. Der Verfasser beschreibt, wie er für die einzelnen Teile des Versuches die Selbstthätigkeit der Schüler heranzieht und lässt die Schwingungszahl nicht nur für einen Ton, sondern für eine ganze Oktave feststellen, wofür verschiedene Vorteile angegeben werden.

Für das Aufsuchen der Obertöne wird zuerst die Benutzung von Resonatoren empfohlen, und zwar hält Verfasser die einfachen cylindrischen Pappröhren für völlig ausreichend, besonders wenn noch die Abänderung getroffen wird, dass man die einzelnen Röhren etwas verkürzen und passende cylindrische Auszüge herstellen lässt; es sind dann nicht nur etwa vorhandene Fehler der Abstimmung leicht zu beseitigen, sondern man kann auch den Resonator für eine andere Tonhöhe als die, für welche er ursprünglich bestimmt war, brauchbar machen. Da die Obertöne des Harmoniums wie überhaupt aller Zungen stark sind, so lassen sie sich bis zum 12. durch Resonatoren deutlich wahrnehmen, wobei namentlich der 7. sehr bemerkbar wird. Für das leichtere Auffinden der Obertöne ohne Resonatoren, zumal am Klavier, wird darauf hingewiesen, dass ein bestimmter Ton Oberton von mehreren Tönen ist (z. B.  $g''$  erster von  $g'$  und zweiter von  $c'$ ) und demgemäss besser zu Gehör gelangt, wenn man die zwei oder drei entsprechenden Tasten gleichzeitig anschlägt. Hier wäre es vielleicht zweckmässig gewesen, noch ein weiteres Hilfsmittel anzuschliessen, nämlich das willkürliche Innervieren der Obertöne. Will man z. B. den zweiten Oberton, die Quinte der nächsten Oktave, am Klavier heraushören, so ist bei einmaligem Anschlagen des Grundtones das Intervall erst aufzufassen (für den Ungeübten auch einmal anzuschlagen); giebt man darauf den Grundton kräftig an, horcht erst nur auf ihn und springt dann in Gedanken nach dem oberen Ton, geht wieder hinab und wieder hinauf — gleichsam ein (langsames) Singen in Gedanken —, so wird der Oberton untrüglich jedesmal als solcher wahrgenommen werden. Schliesslich will der Verfasser die cylindrischen Resonatoren auch zu einer angenäherten Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit verwendet wissen, wobei die Resultate nur um wenige Meter zu klein ausfallen. — Bei den Betrachtungen über das Mitschwingen geht der Verfasser vom Pendel aus und stellt u. a. den folgenden Versuch an. Am Stativ des grossen Pendels der Fallmaschine wird ein Fadenpendel befestigt, dessen Schwingungsdauer der des grossen Pendels gleich gemacht ist. Wird dann das grosse Pendel in Bewegung gesetzt, so macht nach einiger Zeit auch das zweite ausgiebige Schwingungen. Letztere finden nicht statt, sobald das Fadenpendel verkürzt oder verlängert wird (vergl. hierzu Geissler, *diese Ztschr.* VIII 304, 1895). — Um übrigens einige Details des inneren Ohres wie den Bau der Schnecke nach mustergiltigen Originalen (es wird auf Helmholtz, *Tonempfindungen*, 3. Aufl. Figg. 40, 45, 48 verwiesen) zu demonstrieren, lässt der Verfasser Zeichnungen von Schülern für das Skioptikon anfertigen nach einem Verfahren, das hier mitgeteilt werden mag. Mattglas — welches ein Aufzeichnen mit der Feder recht gut erlaubt — wird auf das Original gelegt und die Zeichnung in allen Einzelheiten nachgezogen. Später wird die Platte mit dem Negativlack der Photographen überzogen, wodurch sie fast ganz durchsichtig wird und kann dann unmittelbar mit dem Skioptikon selbst bei Petroleumbeleuchtung demonstriert werden. — Die Schwebungen machen sich beim Harmonium stark bemerkbar, wenn man einen Sirenenton mit einem ausgehaltenen Tone des ersteren nahezu in Übereinstimmung bringt. In dem Abschnitte „reine Stimmung“ werden die Eigentümlichkeiten der rein gestimmten elektrischen Orgel „Syntonia“ des japanischen Gelehrten Dr. Shohé Tanaka näher angegeben. Von den Combinationstönen sind die Tartinischen (Differenztöne) deutlich beim Harmonium zu hören, wobei zweckmässig die Resonatoren zur Unterstützung benutzt werden. Für die Beobachtung mit unbewaffnetem Ohre wird besonders die kleine Terz als sehr geeignet hervorgehoben; so hört man beim Anschlagen von  $c''$ — $es''$  deutlich das grosse As u. s. w. Die Summationstöne gelangten indessen nicht zur Wahrnehmung.

Aus den angeführten Proben wird man entnehmen können, dass die Abhandlung, von der viele interessante Betrachtungen hier nicht berührt werden konnten, als ein willkommener Beitrag zum Unterricht in der Akustik anzusehen ist.

O. Ohmann.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

Das elektrische Giessverfahren von SLAVIANOFF. Wie Siemens bei seinem elektrischen Herd und Benardos bei seinem elektrischen Schweissverfahren, so bedient sich auch der russische Bergingenieur SLAVIANOFF (*E. T. Z. XVI 325*) bei seinem Giessverfahren des Voltaschen Lichtbogens, um elektrische Energie in Wärme umzuwandeln. Von den beiden aus Metall verfertigten Elektroden dient die eine als Gussstoff, während die andere von irgend einem metallenen Gegenstand oder auch von einem Metall, das sich in festem oder flüssigem Zustand in einer Form befindet, gebildet wird. Die stabförmige Elektrode, welche als Gussstoff dient, schmilzt unter der Einwirkung des Lichtbogens schnell ab, wobei das herabtropfende Metall die Gussform ausfüllt, die sich unmittelbar darunter befindet und den anderen Pol bildet. Da das abgeschmolzene Metall durch den Lichtbogen eine gewisse Zeit lang flüssig erhalten wird, erhält man je nach der Stromstärke, welche zu Gebote steht, ein mehr oder minder umfangreiches feuerflüssiges Metallbad. Die Anwendung zweier Metallelektroden, von denen die eine als Gussstoff dient, ist nur bei automatischer Regulierung des Voltabogens praktisch durchführbar. Slavianoff hat zu diesem Zwecke einen sehr sinnreichen Apparat construiert, der als Differentialregulator ausgebildet ist, um in dem Falle, wo mit zwei Apparaten gearbeitet werden muss, diese hintereinander schalten zu können. Ausser dem automatischen Stromregulator sind in den Stromkreis noch ein Voltmeter, ein Widerstand und ein Polwender eingeschaltet. Da am positiven Pole etwa doppelt soviel Wärme als am negativen Pole entsteht, wird die Stromrichtung so geführt, dass man zur positiven Elektrode den Teil wählt, an welchem die grösste Wärmeentwicklung stattfinden soll. Das kann der einer Bearbeitung zu unterziehende Gegenstand sein, wenn man erreichen will, dass dieser so tief als möglich geschmolzen und mithin die Verbindung mit dem aufzugliessenden Metall eine möglichst innige werde. Ist aber ein durchaus rasches Herunterschmelzen des als Gussstoff dienenden Metallstabes notwendig, so wird dieser zum positiven Pole gemacht. Dabei ist ferner die chemische Wirkung des elektrischen Stromes zu beachten. So hat sich in der Praxis herausgestellt, dass beim Schmelzen des Gusseisens der Stab mit dem positiven und die Gussform mit dem negativen Pole zu verbinden ist. Der in den Stromkreis eingeschaltete Widerstand dient zur Regelung der Stromstärke, die sich nach dem Durchmesser der Elektrodenstäbe richtet. Es sind für jeden  $\text{mm}^2$  des Querschnittes des abzuschmelzenden Stabes  $7\frac{1}{2}$ —8 *A* erforderlich, also bei den gebräuchlichen Stabdurchmessern von 6, 8, 9 und 10 mm rund 200, 400, 500 und 600 *A*. Die Spannung beträgt in allen Fällen 50—70 *V*. Als Stromquelle dient eine Dynamomaschine, welche einen nicht zu empfindlichen Anker besitzt und die nicht zu vermeidende plötzlich eintretende Belastung von 600 *A* ohne Gefahr aushalten kann. — Da das Schmelzen mittels des elektrischen Stromes teurer ist als die sonst üblichen Wege, so findet das Verfahren von Slavianoff da Anwendung, wo sein Kostenpunkt nicht von grossem Belang ist, z. B. beim Giessen kleiner Gegenstände, bei der Beseitigung von Rissen und Sprüngen in metallenen Gegenständen, bei der Verbindung zweier Metallstücke oder Wiedervereinigung der Teile eines zerbrochenen Stückes, bei der Ausfüllung von Hohlräumen in Gussstücken, bei der Aufgiessung von Schichten neuen Metalles auf Gegenstände, deren Oberflächen abgenutzt sind, bei der Verschmelzung zweier verschiedener Metalle mit einander, z. B. von Gusseisen mit Stahl, von Kupfer und Bronze mit Gusseisen, Stahl und Eisen, bei der Beseitigung von Löchern in wertvollen Maschinenteilen, bei der Verbesserung schlecht geschweisster Stellen an Schmiedestücken, bei der Umwandlung von hartem weissen Gusseisen in weiches graues Gusseisen u. dgl. Bei der Ausbesserung misslungener neuer sowie alter unbrauchbar gewordener Gegenstände, namentlich solcher, welche einen hohen Wert besitzen, wird das elektrische Giessverfahren in den meisten Fällen bedeutend weniger Kosten als die Neuanfertigung verursachen.

H. H.-M.



## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Compendium der Physik.** Für Studierende. Von Dr. L. Graetz, Prof. a. d. Universität München. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 257 Abbildungen. VII und 454 S. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1895.

In dem Buche ist auf präcise Definition, auf scharfen Ausdruck der Thatsachen und auf methodische Einteilung besonderer Wert gelegt. Dies bekundet sich namentlich in der Behandlung der Mechanik, wo indessen die Erläuterungen über Centrifugalkraft (besonders S. 22 und 54) noch besserungsbedürftig erscheinen. Die Ableitung der Centripetalbeschleunigung wird nach dem Vektorprinzip gegeben, zweckmässig wäre es dabei, das Vektorendreieck in der Ähnlichkeitslage zu dem entsprechenden Teil der Hauptfigur zu zeichnen. Die mathematischen Ableitungen des Buchs beschränken sich durchweg auf elementare Hilfsmittel; mit diesen hätte sich auch die Formel für die Pendelschwingungsdauer entwickeln lassen, die der Verfasser nur anführt, und ebenso auch die Formel für die allgemeine Schwingungsbewegung, die doch für gewisse Partien der Optik im Hochschulunterricht unentbehrlich sein dürfte. Einer strengen Begründung in elementarer Form sind auch die Gesetze für schwingende Saiten und für Lippenpfeifen fähig. In der Elektrizitätslehre ist der Potentialbegriff zu Grunde gelegt; das wichtige Gesetz, dass ein positives elektrisches Teilchen sich stets von Stellen höheren zu Stellen niederen Potentials bewegt, ist jedoch auf eine zu äusserliche Weise mehr demonstriert als bewiesen, es lässt sich aus der aufgestellten Definition strenger herleiten, was für das Verständnis späterer Anwendungen nicht unwichtig ist. Die Gesetze der Induktion und das Prinzip der Dynamomaschinen (ebenso wie die elektrischen Maasseinheiten) werden ohne Benutzung der Kraftlinientheorie dargestellt. Wir maassen uns kein Urteil darüber an, ob dies für den Hochschulunterricht zweckmässig ist; jedenfalls möchten wir im Hinblick auf gewisse Bestrebungen im Mittelschulunterricht darauf hinweisen, dass ein Universitätslehrer, der selbst der jüngeren Schule angehört, die Einbeziehung der Kraftlinientheorie in den experimentalphysikalischen Kursus der Hochschule nicht für geboten hält. P.

**Dr. J. Fricks physikalische Technik,** speziell Anleitung zur Ausführung physikalischer Demonstrationen und zur Herstellung von physikalischen Demonstrationsapparaten mit möglichst einfachen Mitteln. Sechste umgearbeitete und vermehrte Auflage von Prof. Dr. Otto Lehmann. Bd. II. Mit 1016 eingedruckten Holzstichen und 3 Tafeln. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1895. XXIV und 1054 S. M. 20.—

Über den ersten Band ist bereits in dieser Zeitschrift (*IV 152*) berichtet. Das dort Gesagte gilt auch von dem vorliegenden zweiten Band, der die Elektrizität, die strahlende Energie, die optischen Instrumente und die Lichtempfindungen, endlich die Musikinstrumente und die Tonempfindungen umfasst. Die Apparate und Methoden, die zur Demonstration einer Erscheinung dienen, sind mit Absicht ohne Kritik zusammengestellt und die Auswahl ist dem eigenen Ermessen des Lesers überlassen. Das Material ist überaus umfassend und vor Abschluss des Werkes noch durch zahlreiche Nachträge vervollständigt worden. Dass bei der Mehrzahl der von Mechanikern angebotenen Apparate die Bezugsquellen und die Preise mitgeteilt sind, wird gewiss Beifall finden. Erwünscht wäre es aber gewesen, wenn auch die litterarischen Quellen durchweg angegeben wären, zumal dafür bei zweckmässiger Abkürzung kaum ein nennenswerter Mehrbedarf an Ausdehnung erforderlich gewesen wäre. Im Vorwort macht der Verfasser beachtenswerte Bemerkungen über das Verhältnis des Mittelschulunterrichts zum Hochschulunterricht und fordert für den ersteren bereits eine in pädagogischer wie in didaktischer Hinsicht gründlich durchgearbeitete Vorführung der physikalischen Gesetze und Erscheinungen, während der Hochschulunterricht mit reichlicheren Mitteln in ganz anderer Weise als jener arbeiten müsse. Für beide Zwecke ist das vorliegende Werk ein unentbehrliches Hand- und Nachschlagebuch. P.

**Die Lehre von der Elektrizität und deren praktische Verwendung.** Von Th. Schwartze, Ingenieur. Mit 153 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber, 1895. M. 10,—, in Halbfranzband M. 12,—.

Der Verfasser hat recht brauchbare kleine Lehrbücher über Elektrotechnik, Dampfkessel, Dampfmaschinen und andere Wärmemotoren geschrieben; in dem vorliegenden Werke macht er den Versuch, die Vorstellungen, die er sich während einer langen praktischen Thätigkeit über die physikalischen Grundbegriffe im allgemeinen und die elektrischen im besonderen gebildet hat, in einer einheitlichen mechanischen Theorie der elektrischen und magnetischen Erscheinungen zum Ausdruck zu bringen. So ist ein ganz eigenartiges Buch entstanden. Mit Geschick und Fleiss verwertet der sehr belesene Verfasser Stellen aus den Werken der hervorragendsten Meister, die für seine Auffassungen zu sprechen scheinen; und es kann nicht gelehnet werden, dass er stellenweise in der Kritik mancher üblichen Vorstellungsart scharfsinnig verfahren ist. Trotz seiner nicht unbedeutenden sprachlichen Gewandt-

heit ist es ihm aber nicht gelungen, seine Theorie in so überzeugender Weise auseinanderzusetzen und die Begriffe und Entwicklungen so klar und innerlich widerspruchsfrei zu gestalten, dass ein normal veranlagter Leser sie allenthalben verstehen kann. Der Verfasser hat gewisse seiner Lieblingsanschauungen nicht einer ausreichend strengen Prüfung zu unterwerfen vermocht, daher fordern manche seiner Ausführungen entschiedenen Widerspruch heraus. Da mehrfach für neue Begriffe alte Namen und Symbole verwandt wurden, kann das Buch nur von solchen ohne Schaden gelesen werden, welche durch eine gute Vorbildung gegen Verwirrungen und Irrtümer gefestigt sind. Der Verleger hat das Buch mit ungewöhnlicher Eleganz ausgestattet

*Hahn-Machenheimer.*

**Elementares Lehrbuch der Physik** nach den neuesten Anschauungen für höhere Schulen und zum Selbstunterricht. Von Ludwig Dressel S. J. mit 402 Figuren. Freiburg i. B., Herder, 1895. 700 S.

Der Verfasser, Lehrer der Physik zu Valkenburg bei Maastricht schreibt: „Die im Lehrbuch gewählte Anordnung und Behandlung des Lehrstoffes hat sich bei unseren Vorlesungen eine Reihe von Jahren hindurch bewährt. Wir hatten die gesamte Physik während eines Jahres in 7 wöchentlichen Schulstunden und zwei Repetitionsstunden durchzumachen.“ Welches Alter die Schüler hatten, ist nicht gesagt; jedenfalls setzt das Buch ganz andere Unterrichtsverhältnisse voraus, als sie bei uns stattfanden, und geht weit über den Rahmen unserer Schulen hinaus. Als eigentümlich mag hervorgehoben werden: die Ausführlichkeit theoretischer Erklärungen, die durchgeführte Anwendung des C G S-Systems und die weitläufigere Berücksichtigung der Energielehre. Das Buch ist vielmehr für solche bestimmt, welche nach Aneignung der Kenntnisse, die durch die Schule übermittelte werden, sich einen gründlichen Überblick über das heutige Gebiet der Physik verschaffen wollen. Die Darstellung ist didaktisch-methodisch und befolgt mehr den deduktiven Weg als den induktiven, auch ist die Darstellung des Experiments nicht eingehend behandelt. Die Anordnung ist I. Mechanik: allgemeine Physik, besondere Physik; II. Physik im engeren Sinne: Wärme, Elektrizität, Ätherstrahlung (Licht, thermische und elektrische Strahlung). Die mathematische und kosmische Physik ist nicht berücksichtigt; auch die Meteorologie und Anwendungen der Physik auf Natur und Leben sind nur wenig oder z. T. sehr aphoristisch berücksichtigt. Wenn sich das Buch auch zur Einführung für unsere Schulen nicht eignet, so wird immerhin der Lehrer der Physik den Gegenstand von einer neuen Seite dargestellt finden und manches verwerten können.

*Schw.*

**Lehrbuch der anorganischen Chemie** mit einem kurzen Grundriss der Mineralogie. Von J. Lorscheid. Mit 227 Abbildungen und Spektraltafel. 13. Auflage v. H. Hoverstadt. Freiburg i. B., Herdersche Verlagshandlung. 342 S. M. 4.

In dieser Zeitschrift (VI 165) ist die zwölfte Auflage besprochen worden. Das schnelle Erscheinen der dreizehnten zeigt, dass das Buch vielfach brauchbar gefunden ist. Wichtigere neuere Entdeckungen, die für den Schulunterricht verwertbar erschienen (Darstellung des Aluminiums, die Stickstoffwasserstoffsäure und verschiedenes aus der Elektrochemie), sind berücksichtigt, ebenso das Argon in einem besonderen Anhang, wobei auch des Heliums hätte Erwähnung geschehen können. Der mineralogische Anhang hat noch immer nicht den Umfang und die Durcharbeitung, welche einen besonderen Leitfaden für die einzelnen Anstalten entbehrlich machen könnten.

*Schw.*

**Photographische Chemie.** Von R. Ed. Liesegang. Düsseldorf 1894. Ed. Liesegangs Verlag. 162 S. M. 2,50.

In übersichtlicher Weise werden im 1. und 2. Teil die wichtigsten photographischen Operationen und die verschiedenen Verfahren mit ziemlich weitgehender theoretischer Begründung geboten. Der 3. Teil enthält eine Charakteristik photographischer Chemikalien. Das Buch, das ausdrücklich „für Anfänger“ geschrieben, zeugt von reicher praktischer Erfahrung, doch ist nicht recht zu verstehen, warum der Verfasser wünscht, „dass der Leser nichts von Chemie verstehe, oder besser: nichts von der heutigen Schulchemie“. Ein solcher Leser wird allerdings gewisse Fehler nicht bemerken, z. B. den in der Gleichung  $\text{Ag} + \text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{H}$ , wobei ausdrücklich noch hinzugefügt wird, dass „Wasserstoff als Gas entweicht“ (S. 11), was übrigens S. 41 noch einmal bezeugt wird. Das Buch wird dem wissenschaftlich vorgebildeten Amateur gute Dienste leisten, Schülern kann es nur mit Vorbehalt empfohlen werden.

*O. Ohmann.*

**Chemie, anorganischer Teil,** von Dr. Jos. Klein. Stuttgart, G. J. Göschen, 1894. 159 S. M. 0,80.

Der Zweck der „kleinen naturwissenschaftlichen Bibliothek“ von Göschen ist die Lieferung billiger Lehrbücher gleichzeitig für den Schulgebrauch wie für die Selbstbelehrung. Das vorliegende 7. Bändchen entspricht jedoch keinem dieser beiden Zwecke. Als Schulbuch ist es schon wegen seiner Einteilung ungeeignet, denn es bringt als ersten Teil die chemischen Theorien und zwar völlig losgelöst von den im zweiten Teile nachfolgenden Thatsachen. Dazu kommt, dass der Stoff an Extensität oft die den Schulen vorgeschriebenen Grenzen überschreitet. Dies führt aber in

Anbetracht des beschränkten Raumes vielfach zu tabellarischer Kürze und macht insbesondere eine Hervorhebung des Wichtigen vor dem Unwichtigen unmöglich, derart dass beispielsweise, während die Phosphormolybdänsäure, das Azoimid, das Hydrazin u. s. w. verhältnismässig eingehend besprochen werden, der atmosphärischen Luft nur eine kurze Anmerkung gewidmet, das Leuchtgas aber sogar völlig übergangen ist. Auch für die Selbstbelehrung muss das Buch als ungeeignet bezeichnet werden, nicht nur wegen der schon geschuldeten Mängel, sondern noch mehr wegen der dogmatischen, einen Lehrer erforderlich machenden Vortragsweise der Theorien, sowie wegen des Fehlens von Abbildungen. Auf die vielfachen einzelnen Mängel in formaler wie sachlicher Hinsicht einzugehen ist nach dem Gesagten überflüssig.

J. Schiff.

### **Programm-Abhandlungen.**

**Zur Theorie der Elasticität fester Körper.** Von Dr. H. Oeltjen. Realschule an der Weidenallee zu Hamburg. 1895. Pr.-No. 761.

Die Arbeit behandelt zunächst die allgemeinen Differentialgleichungen der Elasticität für den Fall, dass auf das Innere eines isotropen elastischen Körpers Kräfte wirken, welche ein Potential haben. Nach Erledigung der allgemeinen Untersuchung werden die Ergebnisse auf die besonderen Fälle der Kugel und des Kreiscylinders angewandt.

Hahn-Machenheimer.

**Über die Brechung des Lichtes durch Linsen.** Erster Teil. Zur Einführung in den Begriff eines trigonometrischen Systems. Von Max Grassmann. Kgl. Gymnasium zu Cöslin. 1895. Pr.-No. 133.

In der ganzen Arbeit haben, soviel bis jetzt sich erkennen lässt, nur die folgenden Sätze physikalisches Interesse: „Für die Untersuchungen über Gegenstände aus der geometrischen Optik, insbesondere über die Brechung des Lichtes an einer Kugelfläche oder an einer Combination solcher (Linse), die ich später anzustellen beabsichtige, ist das Cartesianische Coordinatensystem nicht valent genug, wenn anders jeder Lichtstrahl seine eigene Valenz haben soll. Ich bedarf dazu eines valenteren Systemes. Ein solches lässt sich aus dem trigonometrischen System ableiten.“ Diese Behauptungen will der Verfasser in einer Reihe späterer Abhandlungen erst noch als richtig erweisen. Vor dem Erscheinen dieser Arbeiten ist es unmöglich zu erkennen, ob die Neuerungen der vorliegenden Abhandlung physikalisch zulässig, zweckmässig und notwendig sind.

Hahn-Machenheimer.

### **Versammlungen und Vereine.**

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

*Sitzung am 25. Januar 1896.* Herr P. Szymański zeigte und erklärte die optische Täuschung, welche unter dem Namen der schönen Galathee bekannt ist. — Derselbe führte zwei Anordnungen der Hertz'schen Versuche vor, die gestatten, diese Erscheinungen nun auch in der Schule vorzuführen. Das eine Verfahren (Wilsing und Scheiner, *S. B. d. Berl. Ac. LII 1143, 1895*) beruht darauf, dass ein Übergangswiderstand, welcher aus zwei Kupferdrähten besteht, über die eine Stricknadel gelegt ist, und ein Galvanometer in einen Stromkreis eingeschaltet werden. Erregte der Vortragende mit einem Induktor oder einer Influenz-Elektriermaschine Hertz'sche Schwingungen, so wurde der Übergangswiderstand so gering, dass das Galvanometer ausschlug. Wurde die Nadel erschüttert und dadurch der Übergangswiderstand wieder vergrößert, so verschwand der Galvanometerausschlag sofort. Bequemer aber ist das zweite Verfahren, welches von Victor Biernacki (*Wied. Ann. LV 599, 1895*) herrührt. Hierbei wurden in den secundären Stromkreis vier Accumulatoren, ein sehr empfindliches Lätewerk und die von Branly (*Compt. rend. CXI 785, 1890*) angegebene, aber zuerst von Lodge (*Work of Hertz S. 22*) angewandte Röhre mit Kupferdrehspanen eingeschaltet. Der Übergangswiderstand dieser Röhre war so gross, dass das Lätewerk schwieg; sobald aber Hertz'sche Schwingungen die Röhre trafen, wurde ihr Widerstand so verringert, dass das Lätewerk zu klingeln begann. Erschütterte man nun die Röhre, so wurde der Widerstand wieder vergrößert und das Läuten hörte auf. Stellte man zwischen die Röhre und die Funkenstrecke des Erregers einen Metallschirm und dann einen Pappeschirm, so zeigte sich, dass der letztere die elektrischen Strahlen durchlässt, der andere aber nicht. Zu den weiteren Versuchen bediente sich der Vortragende zweier kleiner Hertz'schen Spiegel von 45 cm Länge und 30 cm Öffnung und 3 cm Brennweite. In der Brennlinie des primären Spiegels war die Funkenstrecke und in der des secundären Spiegels die Kupferdrehspanröhre angebracht. Beide Spiegel waren 4 m von einander entfernt. Mit dieser Anordnung zeigte er die Spiegelung der elektrischen Strahlen an einem Stanniolschirm, die Durchlässigkeit und Undurchlässigkeit eines Drahtgitters, die Erscheinungen bei gekreuzten Spiegeln u. s. w. Um die Brechung der elektrischen Strahlen nachzuweisen, stellte er den primären Spiegel und in dem Wege der elektrischen Strahlen eine grosse Petroleumflasche wagrecht auf und brachte in der Brenn-

linie dieser Cylinderlinse (21 cm Brennweite) die Kupferdrehspanröhre an. Das Läutewerk klingelte, sobald die Petroleumflasche eingeschaltet, es schwieg, sobald sie entfernt wurde. Schliesslich zeigte der Vortragende noch die Änderung der Entladung in einer Geisslerschen Röhre mit der Änderung des Gasdrucks. Eine lange Glasröhre mit zwei Elektroden war durch einen Kautschukschlauch mit einem weiteren Glasgefäss verbunden und mit Quecksilber gefüllt. Durch Heben und Senken des Gefässes wurden der Gasdruck und damit auch die Entladungserscheinungen in der Röhre geändert.

*Sitzung am 11. Februar 1896.* Herr R. Heyne sprach über einige Bezugsquellen physikalischer und chemischer Apparate. Er betonte allgemein die Vorteile des Bezuges aus Specialwerkstätten und bezeichnete es als nicht mehr zeitgemäss, nach dem Universalverzeichnis einer Firma die physikalischen Unterrichtsmittel auszuwählen oder auch nur auf ihren Preis zu veranschlagen, zumal die Ausstattung mancher Verzeichnisse der Ausstattung der Apparate sehr wenig entspreche. Er zeigte und besprach eine Reihe von Wagen aus der Werkstatt von L. Reimann, Berlin SO, Schmidstr. 32: eine chemisch-analytische Wage (Tragfähigkeit 100 g, Empfindlichkeit 1 mg, Preis 72 M), eine chemisch-technische Wage (Tr. 1 kg, E. 0,01 g, Pr. 40 M), eine hydrostatische Wage (Tr. 100 g, E. 0,01 g, Pr. 22,50 M), einen dazu passenden Gewichtssatz mit Probekörpern aus verschiedenem Material 8 M, eine Demonstrationswage (30 M), eine Dezimaltischwage (Tr. 100 kg, E. 5 g, 36 M). Er legte ferner vor Präzisionsgewichte aus der Werkstatt von Stückrat (Friedenau) und Krystallmodelle und Modelle für den Unterricht in der Stereometrie, welche von dem Glasermeister Wagner, Berlin W., Winterfeldstr. 25 sehr dauerhaft und preiswert angefertigt werden. Er zeigte endlich eine grosse Zahl von Glasapparaten (Thermometer, Pumpenmodelle u. A.) aus der Glasinstrumentenfabrik von Alexander Küchler und Söhne in Ilmenau. Die Beschaffenheit der Apparate und ihr Preis liessen einen direkten Bezug als recht vorteilhaft erscheinen. — Herr M. Koppe legte einige Aufnahmen mit Röntgenschen Strahlen vor, die er mit Hilfe einer Influenzelektrifiziermaschine gemacht hatte.

*Sitzung am 24. Februar 1896.* Herr P. Heitchen zeigte eine Flachring-Dynamomaschine, die mittels besonderer Schaltvorrichtungen als Hauptmaschine, als Nebenschlussmaschine mit Widerstand, als Nebenschlussmaschine ohne Widerstand und als Motor benutzt werden kann. Er setzte ausführlich die Schaltungen des Ankers und der Elektromagnete auseinander und wies mittels einer Reihe von Versuchen die vielseitige Verwendbarkeit seines Modelles nach. Zur Messung der Stromstärke bediente er sich eines Ampèremeters, das nach dem Vorbilde des Deprezschen Instruments gebaut war. Ferner zeigte er eine Batterie Bösescher Accumulatoren in Celluloidkästen, die 33% leichter als die ältere Einrichtung war, eine Bogenlampe, bei welcher die eine Kohle wagrecht gelagert und die andere lotrecht am Ende eines, um einen Eisenstab gewundenen Drahtes befestigt war, eine Projektions-Glühlampe mit einfacher Montierung und eine Reihe einfacher Stative, welche zu den mannigfachsten Zwecken verwandt werden können. — Herr M. Koppe legte weitere Aufnahmen mit Röntgenschen Strahlen vor.

### Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts in Wien.

*Sitzung am 26. Oktober 1895* im phys. Hörsaale des kais. u. königl. Offizierstöchter-Erziehungsinstitutes (XVII. Bez.). Herr K. Rosenberger liess die neu hergestellte recht wirksame Abzugsvorrichtung für Rauch- bzw. schädliche Gase fungieren, zeigte dann einen Apparat zur Demonstration der Wurfgesetze mittels Wasserstrahlen, ein Modell zur Veranschaulichung der Veränderlichkeit der erdmagnetischen Elemente mit der geographischen Lage des Beobachtungsortes und ein in ungewöhnlich grossem Massstabe ausgeführtes Doppelpendel-Elektroskop für Unterrichtszwecke; ferner führte er in einigen Versuchen die Wirksamkeit des von Weinhold angegebenen Jodkupferquecksilbers als thermoskopischer Substanz, eine Stereoskopeamera und einen sehr einfachen Apparat für Mikrophotographie vor.

*Sitzung am 23. November 1895* im phys. Hörsaale der Wiener Handelsakademie. Herr N. Teclu zeigte die von ihm beobachteten Phänomene der Flammenspaltung bei Zutritt von Luft zur Leuchtgasflamme an älteren und neueren von ihm verbesserten Apparaten; im Anschlusse an die Explosionen, welche unter Umständen erfolgen, und die er auch einleitete, demonstrierte er die Wirksamkeit der Davyschen Lampe. Schliesslich führte er den von ihm auf Grund der Ergebnisse der Versuche über Flammenspaltung construierten Brenner vor, dessen intensive Wirkung einige Schmelzversuche darthaten, und der in einer Reihe von Exemplaren, wie sie in praktischer Verwendung stehen, ausgestellt war. — Hierauf führte Herr E. Maiss einen Apparat für Wärmeleitung in Flüssigkeiten und Gasen vor, welcher geeignet ist, in kurzer Zeit und mit voller Sicherheit die verschiedene Leitungsfähigkeit zweier Flüssigkeiten, bzw. Gase zur Anschauung zu bringen und damit als Seitenstück zum Tyndallschen Versuch über die Wärmeleitung in zwei verschiedenen Metallen zu dienen.

Ausserdem unternahm der Verein eine Excursion am 14. Dezember in die Wiener Telephon-centrale.

*Sitzung am 4. Januar 1896.* Herr H. Huber führte Versuche für den Unterrichtsgang in der Lehre vom Stickstoff vor. Luft wurde aus einem Gasometer durch eine zum Glühen erhitzte Röhre mit feinkörnigem reduzierten Kupfer geleitet und das entströmende Gas geprüft. Statt des bekannten Versuchs mit Phosphor empfahl der Vortragende die Verwendung von alkalischer Pyrogallussäure, die in eine Stammersche Gasmessröhre gegossen wird und nach 10 Minuten das Mischungsverhältnis des Sauerstoffs und Stickstoffs in der Luft erkennen lässt. Von den übrigen Versuchen seien noch hervorgehoben die Darstellung des Wasserstoffs aus Ferr. lim. und Kaliumhydroxyd (unter Vorlegung einer mit Watte gefüllten Kugelhöhre zum Schutz vor Explosion), die Darstellung von Ammoniak aus Ferr. lim.,  $\text{KNO}_3$  und  $\text{KHO}$ , die Absorption des Ammoniaks durch Eis, der Nachweis von Wärme bei Verbindung von  $\text{NH}_3$  und  $\text{HCl}$ . Den Schluss bildeten Versuche mit flüssigem Kohlendioxyd.

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Eine vereinfachte Form des Fuessschen Uhrwerk-Heliostaten.

(Von C. Leiss aus der R. Fuessschen Werkstätte in Steglitz bei Berlin.)

Die Konstruktion des nachfolgend beschriebenen Instrumentes entstand unter den Gesichtspunkten, für den Gebrauch an höheren Schulen einen geeigneten und billigen, dabei nach präcisions-mechanischen Grundsätzen ausgeführten Heliostaten herzustellen, welcher mit den hauptsächlichsten Vorzügen des bekannten und weitverbreiteten Fuessschen Heliostaten ausgestattet ist.

Auf dem mit zwei Stellschrauben versehenen kräftigen Dreifuss erhebt sich die schwach konische Säule *A*, auf welcher sich die mit dem Trägerarm *B* verbundene Hülse *H* drehen und vermittels der Schraube *f* fixieren lässt. In das Kernstück des Dreifusses ist die Dosenlibelle *l* eingesetzt, zu deren Beobachtung der im unteren Teil der Säule *A* befindliche Durchbruch dient. An dem oberen Ende der die Azimuthachse darstellenden Säule *A* ist der in Grade eingeteilte und zur Einstellung der Polhöhe des Ortes dienende Kreisbogen *D* befestigt; letzterer trägt den Schieber *S*, in welchen genau radial zum Kreisbogen *D* verlaufend, die Stundenachse gelagert ist. Die Verbindung des am unteren Teil des Schiebers *S* befestigten Uhrwerkes *U* geschieht mit Hilfe des mit der Stundenachse verbundenen Zahnrades *x*, welches in einen aus dem Uhrgehäuse hervorragenden Trieb eingreift.

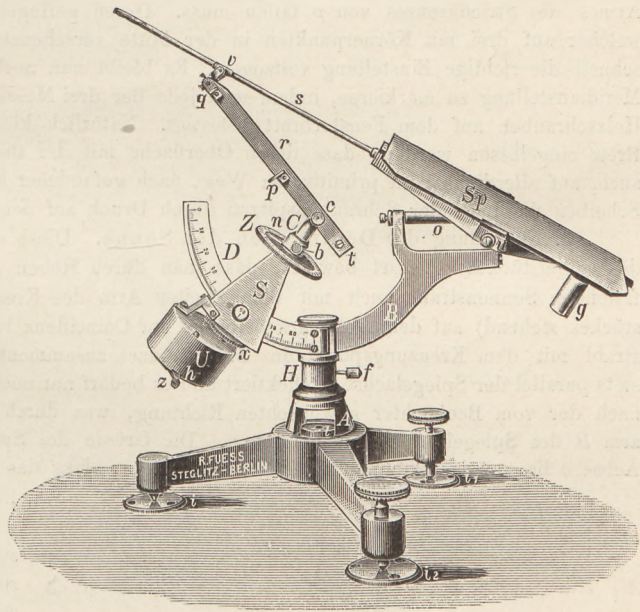


Fig. 1.

Eine Arretierung der Uhr nach dem Gebrauch des Heliostaten wird durch Ausrücken des Hebels *h* bewirkt. Zur Regulierung des Gehwerkes dient ein aus der Bodenplatte hervorstehender Stift, dessen Wirkungsweise durch die Buchstaben „A“ (avant) und „R“ (retour) bezeichnet ist.

Die auf dem oberen Teil von *S* befestigte und von 4 zu 4 Zeitminuten eingeteilte Kreisscheibe *Z* dient als Zifferblatt der Uhr. Über das aus dem Zifferblatt herausragende Ende der Stundenachse setzt sich der Träger *C*, welcher, während die Stundenachse durch das Zahnrad in bestimmter Stellung gehalten wird, beliebig gedreht und mittels der Schraube *b* festgeklemt werden kann. Fest verbunden mit dem Träger *C* ist der Zeiger *n*, welcher die Teilung des Zifferblattes bestreicht. Zur Stundenachse senkrecht stehend, durchsetzt den Träger *C* ein Scharnierzapfen *c*, dessen Mittelpunkt mit dem des Kreisbogens *D* zusammenfällt und zugleich in der Azimuthachse liegt. Um den Zapfen *c* lässt sich das Gabelstück *r* drehen, an dessen links liegendem Arm sich die durch die beiden Diopter *q* und *p* bestimmte Visierichtung befindet. *q* ist ein kleines Winkelstückchen mit einer Öffnung von etwa 0,5–0,75 mm; auf *p*, einem kreisrunden und zur raschen Auffindung des Sonnenstrahles genügend

grossen Scheibchen, ist ein Kreuz zur genauen Einstellung aufgetragen. Der kurze, rechtsliegende Arm  $g$  wirkt als Gegengewicht von  $r$ .

Das Universalgelenk  $v$  am äussersten Ende von  $r$  vermittelt die Führung des Spiegels  $M$  an dem in der Fassung des letzteren befestigten Stabe  $s$ .

Die Bewegungen des Spiegels  $M$  geschehen einerseits um die horizontale Achse  $o$  und andererseits um diejenige durch das Spitzengelenk  $u$  gebildete Achse. Diese Achse  $o$  steht normal zum Kreisbogen  $D$ , so dass dieselbe in ihrer Verlängerung  $c$  treffen würde; die Achse  $u$  liegt senkrecht zur Achse  $o$  und parallel zur Ebene des Spiegels  $M$ . Der Angriffspunkt von  $o$  und die Achse  $u$  des Spiegels  $M$  haben vom Mittelpunkt  $c$  gleiche Entfernung. Das Gegengewicht  $g$  des Spiegels stellt die vollkommene Balancierung des letzteren her.

Um den Heliostaten einzustellen und in Gang zu setzen, verfährt man folgendermassen:

1. Einstellung der Breite des Ortes mit Hilfe der Breitengradteilung auf dem Kreisbogen  $D$  und des Schiebers  $S$ .

2. Festlegung der Meridianstellung für den Heliostaten auf dem Fensterbrett oder einem sonst geeigneten Platz. Man stellt zu diesem Zweck kurz vor Mittag, nachdem die Uhr aufgezogen (Griff  $z$ ) und der Zeiger  $n$  der Uhr nach Lösen der Schraube  $b$  auf die richtige Zeit (die wahre Sonnenzeit des Ortes) eingestellt und Schraube  $b$  wieder fixiert ist, den Apparat derart auf, dass die Ebene des Kreisbogen  $D$  annähernd in den Meridian fällt, und ferner das Instrument mit Hilfe der Dosenlibelle  $l$  horizontiert ist. Nun warte man, bis der Zeiger der Uhr genau auf 12 zeigt und beachte gleichzeitig den durch die Öffnung von  $q$  auf das Auffangescheibchen  $p$  fallenden Sonnenstrahl, welcher bei der angegebenen Aufstellung auf irgend eine Stelle des von oben nach unten verlaufenden Armes des Strichkreuzes von  $p$  fallen muss. Durch geringes Rücken bzw. Drehen des Dreifusses, welcher auf drei mit Körnerpunkten in der Mitte versehenen Messingscheiben aufgesetzt ist, wird schnell die richtige Einstellung vollzogen. Es bleibt nun noch übrig, die ein für allemal gefundene Meridianstellung zu markieren, indem man jede der drei Messingscheiben  $i_1$  und  $i_2$  mittelst kleiner Holzschrauben auf dem Fensterbrett befestigt. Natürlich können auch die Scheiben derart in das Brett eingelassen werden, dass deren Oberfläche mit der des Brettes gleich ist. Oder man kann auch, auf allerdings dem primitivsten Weg, nach gefundener Meridianstellung ohne Benutzung der Scheiben die Lage der Schraubenspitzen durch Druck auf den Fuss im Brett direkt vermerken.

3. Einstellung der Declination der Sonne. Diese wird mit Hilfe der Gelenkeinrichtung  $c$  des Gabelstückes  $r$  derart bewirkt, dass man durch Heben oder Senken den durch das Diopter  $q$  fallenden Sonnenstrahl auch mit dem zweiten Arm des Kreuzes (senkrecht zur Fläche des Gabelstückes stehend) auf dem Auffangescheibchen zur Coincidenz bringt, sodass also nunmehr der Sonnenstrahl mit dem Kreuzungspunkt des Strichkreuzes zusammenfällt. Jetzt wird der reflektierte Strahl stets parallel der Spiegelachse  $o$  reflektiert und es bedarf nur noch der Lenkung des reflektierten Strahles nach der vom Beobachter gewünschten Richtung, was durch Drehen der Hülse  $H$  mit dem Bogenarm  $B$  des Spiegels  $Sp$  geschehen kann. Die Grösse des Spiegels beträgt ca.  $90 \times 200$  mm. Die Achse  $o$  liegt etwa 220 mm über der Tischfläche, sodass das reflektierte Strahlenbündel in gleicher Höhe über den Tisch hinweggeht.

Wenn schon die erstmalige Aufstellung und Ingangsetzung dieses Heliostaten rasch von statten geht, so ist eine solche bei späterem Gebrauch innerhalb einiger Augenblicke vollzogen. Die Anwendbarkeit dieses Heliostaten erstreckt sich von ungefähr  $70^\circ$  nördlicher Breite bis zum gleichen Breitengrad südlich vom Äquator.

Eine schematische Darstellung des Konstruktionsprinzips dieses Heliostaten zeigt Fig. 2.  $a$  stellt die Azimuthachse,  $x$  die Stundenachse,  $o$  die horizontale Spiegelachse dar. Die Ebene des Papiers sei die Meridianebene und die Achsen  $u$ ,  $c$ ,  $v$  auf dieser Ebene senkrecht gedacht (Mittagsstellung).

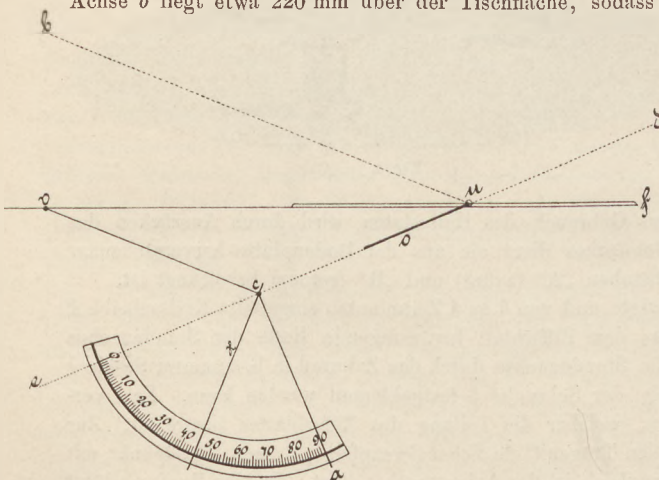


Fig. 2.

Der Strahl  $bu$  fällt bei richtiger Einstellung parallel dem Arm  $v c$  (Gabelstück  $r$  in Fig. 1) auf den Spiegel, sodass er horizontal nach  $d$  reflektiert werde.  $\angle v c x$  ist in der Skizze  $= 90^\circ$

angenommen, d. h. die Poldistanz ist  $90^\circ$  und somit die Declination Null (Zeit der Tag- und Nachtgleichen). Die Entfernung  $cu$  und  $cv$  sind einander gleich, das Dreieck  $vcu$  also gleichschenkelig. Da  $vc$  auch während der Drehung stets  $\parallel bu$  bleibt, so ist  $\angle vce = \angle bue = 2\angle buv$ . Folglich ist  $\angle buv = \angle vuc = \angle duf$ , d. h. die Verlängerung der Spiegelachse  $o$  fällt stets mit der Richtung des reflektierten Strahls zusammen.

Der Preis des kompletten Heliostaten beträgt 180 Mark.

Zur Herstellung von Röntgenphotographien in grösserem Maassstabe empfehlen Siemens & Halske in Berlin die Ersetzung des Quecksilberunterbrechers beim Funkeninduktor durch einen rotierenden, von einem elektrischen Motor getriebenen Unterbrecher. Der primäre Strom muss wenigstens 50 Volt besitzen, die Schlagweite des Induktors, die bei langsamem Stromwechsel etwa 7 cm zu betragen hat, beträgt bei Anwendung des rotierenden Unterbrechers nur 2 bis 3 cm. Der Preis des Motors beläuft sich auf 180 M., der des zugehörigen Funkeninduktors auf 540 M., die Kosten für Regulierwiderstände, Hebelumschalter und Montage auf 120 M.

### Correspondenz.

Über Versuche mit Röntgenschen Strahlen erhielten wir folgende weitere Mitteilungen: Herr Prof. PETERS in Königsberg bestätigt, dass mit einer Holtzschen Influenzmaschine und einer nur 6 cm langen Hittorf'schen Röhre brauchbare Bilder auf einer Trockenplatte erhalten wurden, deren Abstand von der Röhre 15--20 cm betrug, bei einer Expositionsdauer von 15--20 Minuten. Um das Maximum der Fluorescenz zu erhalten, durfte die Maschine nur langsam gedreht werden.

Die Herren GLEICHEN und BIESE in Berlin erhielten auffallend günstigere Resultate, wenn unter die empfindliche, mit schwarzem Kartonpapier bedeckte Platte nach Le Bon's Vorgang eine Bleiplatte gelegt wurde.

Herr Prof. Dr. J. HERMES in Lingen hat nach dem Vorschlage von Siemens & Halske (d. Zeitschr. VIII) eine kleine Glühlampe verwendet, die an die Anode angeschlossen war, während ein von der Kathode ausgehender Kupferdraht in  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  cm Abstand ausserhalb der Lampe frei endigte. Bei richtiger Stellung ging von dem frei endigenden Pole ein Lichtbüschel aus, und die Glasbirne erglänzte in mattem, unruhigem Fluorescenzlichte. Die Funkenweite des angewandten Induktors betrug kaum 1 cm, der Abstand der photographischen Platte vom Glühlämpchen 8 bis 9 cm, die Expositionsdauer eine Stunde. [Die bei einer Photographie bemerkten parallelen Streifen dürften wohl von der Holzmaserung im Kassettendeckel herrühren.]

Herr BRUNN in Flensburg hat die Röntgensche Angabe, dass die photographische Wirkung von der fluorescierenden Stelle der Glaswand ausgeht, durch messende Versuche bestätigt gefunden. Der Abstand der Kathode von der Glaswand betrug ca. 10 cm; eine Messingplatte, die 7,5 cm breit war und 2 Löcher von 3,4 cm Abstand enthielt, wurde in 10 cm Entfernung von der Glaswand angebracht und ein Bild von ihr auf einer um weitere 10 cm entfernten photographischen Platte erzeugt. Das Bild zeigte 16 cm Breite, der Abstand der Löcher im Bilde betrug 7 cm. Bei einem zweiten Versuch wurden die Kathodenstrahlen durch einen kräftigen Elektromagneten so abgelenkt, dass der helle Mittelpunkt der Fluorescenzstelle um 1,7 cm verschoben war. Die Röhre wurde nun so geneigt, dass dieser Punkt senkrecht über einer in 7 cm Entfernung befindlichen Münze zu liegen kam, die ihrerseits 3,5 cm über der photographischen Platte schwebte. Das Bild der Münze zeigte, wie erwartet, einen Durchmesser von 5,1 cm, d. h. eine Vergrösserung 3:2.

Zum Verständnis der im vorigen Heft veröffentlichten Abbildungen einer Maus giebt Herr Prof. N. ZUNTZ in Berlin folgende Erläuterungen: Die auffallend hellen Stellen in der Bauchhöhle werden wohl ohne weiteres als Gasansammlungen erkannt werden. Die dem Blind- und Dickdarm angehörigen gasreichsten Stellen pflegen nicht in allen Präparaten genau die gleiche Lage zu haben. Von der gashaltigen Lunge hebt sich das Herz auf dem Profilbilde (Fig. 1) sehr deutlich ab. Die Helligkeit der unteren, an das Zwerchfell angrenzenden Lungenpartieen erklärt sich daraus, dass diese noch reichlich mit Luft gefüllt sind; die Dunkelheit im Bereich der oberen Lungenlappen rührt daher, dass aus diesen nach dem Tode die Luft durch Absorption in die Flüssigkeit der umgebenden Gewebe zuerst verschwindet und der Raum durch Nachrücken der hinteren (unteren) Lungenpartieen sowie stärkere Wölbung des Zwerchfelles ausgefüllt wird; die Masse dichten Gewebes nimmt also in eben dem Maasse zu, wie der Luftgehalt abnimmt. Besonders rasch werden bei mit Äther getöteten Tieren die vorderen Teile der Lungen durch die beim Erkalten eintretende Condensation des Ätherdampfes luftleer. Übrigens trägt wohl auch die Überlagerung von Muskeln zur grösseren Dunkelheit der betreffenden Stellen der Abbildung bei.

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1896.

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

Monatstag	Mai						Juni						
	4	9	14	19	24	29	3	8	13	18	23	28	
Helio- centrische Längen.	127°	153	175	194	211	226	241	255	268	283	298	314	♀
	2	10	18	26	34	42	50	58	66	74	82	90	♀
	225	229	234	239	244	249	253	258	263	268	272	277	♁
	309	313	316	319	322	325	328	331	335	338	341	344	♂
	132	133	133	133	134	134	135	135	135	136	136	137	♃
	226	226	226	226	226	227	227	227	227	227	227	227	♄
Aufst. Knoten.	330°	330	329	329	329	329	328	328	328	328	327	327	☾
Mittl. Länge.	306	12	78	144	210	276	342	47	113	179	245	311	☾
Geo- centrische Rekt- ascensionen.	315°	10	71	141	206	283	345	40	110	177	246	319	☾
	59	68	74	80	83	84	83	81	78	76	75	77	♀
	25	31	37	43	49	55	62	68	75	81	88	95	♀
	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	93	98	☉
	349	352	356	359	3	6	9	13	16	20	23	26	♂
	124	125	125	126	127	128	128	129	130	131	132	133	♃
	224	224	223	223	223	222	222	222	221	221	221	221	♄
Geo- centrische Dekli- nationen.	-19°	+8	+27	+16	-16	-27	-5	+21	+25	-1	-27	-17	☾
	+23	+24	+25	+25	+25	+23	+22	+20	+19	+18	+18	+19	♀
	+9	+11	+13	+15	+17	+19	+20	+21	+22	+23	+24	+24	♀
	+16	+18	+19	+20	+21	+22	+22	+23	+23	+23	+23	+23	☉
	-7	-5	-4	-2	-1	+1	+2	+4	+5	+6	+8	+9	♂
	+21	+20	+20	+20	+20	+20	+19	+19	+19	+19	+19	+18	♃
	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-13	-13	-13	-13	♄
Aufgang.	16 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	16.13	16.5	15.58	15.52	15.47	15.43	15.40	15.39	15.39	15.40	15.42	☉
	14 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>	14.55	16.59	23.27	5.23	11.25	12.43	13.47	18.23	0.6	7.26	10.28	☾
Untergang.	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	7.38	7.46	7.54	8.1	8.8	8.13	8.18	8.21	8.23	8.24	8.24	☉
	23 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	4.20	10.26	13.9	14.18	18.36	24.56	5.47	10.35	11.54	13.55	20.13	☾
Zeitglch.	-3 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	-3.45	-3.50	-3.42	-3.20	-2.46	-2.1	-1.7	-0.6	+0.58	+2.3	+3.5	☉

Daten für die Mondbewegung (in M.E.Z.):

Mai 4	4 <sup>h</sup> 25,3	Letztes Viertel	Juni 2	21 <sup>h</sup> 2,5	Letztes Viertel
- 8	4	Mond in Erdferne	- 4	21	Mond in Erdferne
- 12	8 46,5	Neumond	- 10	21 42,9	Neumond
- 19	19 21,1	Erstes Viertel	- 18	0 40,7	Erstes Viertel
- 24	0	Mond in Erdnähe	- 20	5	Mond in Erdnähe
- 26	10 56,6	Vollmond.	- 24	19 54,9	Vollmond.

Constellationen. Mai: 5 10<sup>h</sup> ♄ ☉; 16 3<sup>h</sup> ♀ in grösster östlicher Ausweichung. — Juni: 5 11<sup>h</sup> ♂ ☉; 8 12<sup>h</sup> ♀ in Sonnenferne; 10 3<sup>h</sup> ♀ untere ☉, wird Morgenstern; 12 6<sup>h</sup> ♂ in Sonnennähe; 14 10<sup>h</sup> ♃ ☉, \* Bedeckung; 20 11<sup>h</sup> ☉ in Krebs, Sommersonnenwende; 21 9<sup>h</sup> ♄ ☉.

Aufgang der Planeten. Mai 16: ♀ 16<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>, ♀ 15.39, ♂ 14.22, ♃ 20.45, ♄ 6.27.  
Juni 15: 15 42, 15.15, 13. 0, 19.15, 4.18.

Untergang der Planeten. Mai 16: 10 3, 6.21, 1.58, 12.43, 16. 3.  
Juni 15: 7 20, 7.49, 2. 6, 10.57, 14. 0.

Veränderliche Sterne. Die Beobachtung derselben wird durch die hellen Nächte sehr erschwert, obwohl andererseits bei guter Witterung die Klarheit des Himmels gerade im Juni das Arbeiten begünstigt. Leicht zu verfolgen sind β und R *Lyræ*, o, g, u und α *Herculis*, η *Aquilæ*, δ und μ *Cephei*.

Jupitermonde. I. Mai 4<sup>d</sup> 8<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> A; 11<sup>d</sup> 10<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> A; 27<sup>d</sup> 9<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> A; Juni 19<sup>d</sup> 9<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> A. — II. Mai 19<sup>d</sup> 10<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> A; Juni 20<sup>d</sup> 9<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> A. — III. Mai 1<sup>d</sup> 10<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> Mitte der Verf.; Halbe Dauer 1<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>; Juni 13<sup>d</sup> 10<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> M.; H. D. 1<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>. — IV. Keine Verfinsterung zu beobachten.

J. Plassmann, Warendorf.