

Messapparate für Schule und Laboratorium.

(Zweite Mitteilung.)

Von

Dr. Karl Noack in Giessen.

3. Das Demonstrationsgoniometer als Galvanometer und Tangentenbussole.

Bei Gelegenheit der Beschreibung des Magnetometers (*Heft 1, S. 6*) wurde bereits bemerkt, dass die dort verwendete Bussole zugleich beim Galvanometer verwendet werden kann, und dass ihre für den ersteren Zweck immerhin eigentümliche Form aus diesem Gesichtspunkt zu betrachten sei. In Fig. 7 ist der Galvanometeraufsatz des Goniometers für sich allein abgebildet. Den Kern bildet eine Messingröhre von 60 mm Länge und demselben Durchmesser, wie ihn der früher in Fig. 6 dargestellte Bussolenträger hat, so dass die Bussole selbst leicht eingeschoben werden kann und mit geringer Reibung an der gewünschten, durch einen Anschlag kenntlich gemachten Stelle festgehalten wird. Auf diese Röhre ist zwischen zwei quadratischen, aufgeschraubten Holzplatten der mit Seide doppelt umspinnene Draht aufgespult, die Rolle zum Schutz mit Holzgehäuse umgeben und das Ganze auf einer kreisrunden Messingscheibe von 10 cm Durchmesser, die nach hinten einen rechteckigen Fortsatz von 5 : 8 cm hat, befestigt. Diese Scheibe kann an Stelle der beweglichen Tischplatte in der früher beschriebenen Weise (vergl. Seite 4) auf das Goniometertischchen aufgeschraubt werden.

Der Galvanometerdraht ist ein Kabel von vier seideumspunnenen Adern von Kupferdraht, deren jede 0,5 mm Durchmesser hat. Die Enden führen nach einem kleinen Stöpselumschalter auf Ebonitplatte, die ebenfalls auf die Messingscheibe aufgeschraubt ist. Der Umschalter gestattet alle möglichen Combinationen der vier Adern, vornehmlich die Benutzung einer einzelnen, aller hintereinander geschalteten, oder aller nebeneinander geschalteten Adern mit den Widerständen 7,13 bzw. 28,52 und 1,78 Ohm. Dieser weite Spielraum bei der Wahl des Widerstandes ist für denjenigen besonders wichtig, der ein einziges Instrument für alle Zwecke benutzen muss. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, dass bei Anwendung von Stöpseln mit Klemmschrauben das Instrument sehr wohl als Differentialgalvanometer benutzt werden kann.

An der Rückwand des Galvanometergehäuses ist über dem Umschalter eine Messingplatte befestigt, an welche die schon Seite 5 erwähnte Messingsäule mit Träger für einen Astasierungsmagnet angeschraubt werden kann, so dass auch die Empfindlichkeit des Instrumentes innerhalb weiter Grenzen verändert werden kann.



Fig. 7. ($\frac{1}{6}$ nat. Gr.)

Die Aufstellung des Instrumentes erfolgt ganz entsprechend der auf Seite 6 beschriebenen des Magnetometers. Zuerst wird der Lichtarm beispielsweise auf 105° , die Camera auf 75° eingestellt und nun das Tischchen so lange gedreht, bis das von der Verschlussplatte der Bussole herrührende Spiegelbild der Lichtlinie auf der Marke der Camera einsteht; die Tischalhidade zeigt dann ungefähr auf 270° . Nun dreht man das Goniometer in solche Lage, dass das vom Magnet-
spiegel herrührende Bild ebenfalls auf die Marke fällt und stellt nun den Apparat fest.

Was die Constanten des Galvanometers anlangt, so ist der Drahtwiderstand schon oben angegeben worden. Zur Bestimmung des Reduktionsfaktors wurden zwei Aichungen mit dem Kupfervoltmeter vorgenommen. Es wurde dabei nur eine Windung von 7,13 Ohm benutzt und war dem nicht astasierten Galvanometer eine Abzweigung von $\frac{1}{99}$ vorgelegt; den Strom lieferte eine vierpaarige Thermo-
säule (Noë-Rebiceck); die Beobachtungszeit betrug 60 bzw. 100 Minuten. Das Ergebnis war $C = 0,002297$ beim ersten und $0,002277$ beim zweiten Versuch. Bei Benutzung der vier hintereinander geschalteten Windungen bedeutet demnach ein Ausschlag von 1° des nicht astasierten Galvanometers einen Strom von 0,01 Milliampère.

Es kann als ein Nachteil des Apparates betrachtet werden, dass bei den angegebenen Dimensionen die Öffnung der Bussole nur 60° beträgt, dass also keine Ausschläge des Magnetes beobachtet werden können, die beiderseits 8° übersteigen (bei einseitiger Beobachtung des Ausschlags bis zu 16°). Aber einerseits steht selbstverständlich nichts entgegen, durch Verkürzung der Galvanometerspule und daraus folgende Vergrößerung der Öffnung das Messbereich zu erweitern, und andererseits hat auch die Benutzung schwacher Ströme ihre Vorzüge, indem bei so kleinen Ausschlägen die Bogen statt der Tangenten in Rechnung gesetzt werden dürfen.

Für den Schulunterricht kommen meist stärkere Ströme in Betracht. In solchen Fällen benutzt man mit Vorteil eine kleine Spiegeltangentenbussole, von deren Einrichtung Fig. 8 eine Vorstellung giebt. Ein Messingstreifen von 1,5 cm Breite und 0,5 cm Dicke ist zu einem Reifen von 10 cm Durchmesser gebogen und an einer Seite aufgeschnitten. Mittels zweier beiderseits des Schlitzes angelöteter Lappen, welche die Klemmschrauben tragen, ist der Ring an einen Elfenbeincyliner angeschraubt, welcher mit einer conischen Bohrung versehen ist, um nach Entfernung des Tisches auf die Achse des Goniometers aufgesetzt zu werden. Beiderseits sind in die Stirnflächen des Reifens Rinnen eingedreht, die zur Aufnahme eingeschliffener Glasplatten dienen; die vordere ist eine dünne Spiegelglasplatte, die hintere eine mattgeschliffene Scheibe. Zwischen diesen Platten hängt an einer einzelnen Coconfaser, geschützt vor Luftströmungen, aber nicht astasiert, der Magnetspiegel, ein versilbertes Deckgläschen, auf dessen asphaltierte Rückseite ähnlich wie bei der oben beschriebenen Bussole mehrere 5 mm lange Stückchen Uhrfederstahl aufge kittet sind. Zur Befestigung der Coconfaser ist der Reifen oben mit einer feinen Durchbohrung versehen; durch dieselbe wird der Faden durchgezogen und oben mit einem Tröpfchen Klebwachs befestigt.

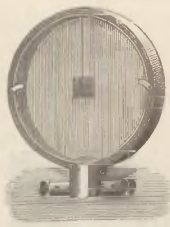


Fig. 8. ($\frac{1}{3}$ nat Gr.)

Bei dem sehr günstigen Verhältnis zwischen Nadellänge und Ringdurchmesser = 1 : 20 sind die Abweichungen vom Tangentengesetz so gering, dass sie für Messungen mittlerer Genauigkeit nicht in Betracht kommen können, während der kleine Reifdurchmesser eine immerhin erhebliche Empfindlichkeit mit sich

bringt. Der Reduktionsfaktor des Instrumentes ist 1,630, so dass man mit Bequemlichkeit ohne Abzweigung Ströme zwischen 0,15 und 1,5 Ampère messen kann. Bezüglich der Aufstellung genügt es, auf frühere Bemerkungen zu verweisen (Seite 6 und 57).

Für Demonstrationszwecke ist diese einfache, kleine Tangentenbussole jedenfalls dem oben beschriebenen Galvanometer überlegen, da sie weit übersichtlicher ist und ein erheblich weiteres Messbereich hat, welches bei Benutzung von Abzweigungen noch wesentlich vergrößert werden kann. Ihre Ausschläge sind auch unmittelbar weithin sichtbar, die Empfindlichkeit ist gross und die Angaben bei gediegener Ausführung und vorsichtiger Behandlung durchaus zuverlässig. Den Tangentenbussolen landläufiger Konstruktion, soweit sie für Schulzwecke bestimmt sind, ist die obige entschieden vorzuziehen, da jene keiner der oben genannten Forderungen hinreichend entsprechen.

Von der Angabe von Versuchsreihen bei diesem und dem vorigen Instrumente darf ich wohl absehen, da die Leser durch die an früherer Stelle über das Magnetometer gemachten Mitteilungen in dieser Beziehung bereits genügend unterrichtet sind.

4. Die Verwendung des Demonstrationsgoniometers für optische Versuche.

Bei der Besprechung hierher gehöriger Versuche kann ich mich wesentlich kürzer fassen, da Weinhold's ausgezeichnete Anleitung Anordnung und Gang derselben klar vorzeichnet (*Demonstrationen*, 2. Aufl., S. 288—293). Dies gilt vornehmlich von den Versuchen zum Nachweis des Reflexionsgesetzes und zur Bestimmung von Prismen- und Krystallwinkeln. Zum Zweck der Demonstration des Brechungsgesetzes müssen wir allerdings unsere Zuflucht zu einer anderen Anordnung nehmen, da der Teilkreis des vorliegenden Goniometers nicht senkrecht gestellt werden kann.

Die einfachste Lösung bietet die Anwendung von Halbcylindern, deren Diametralebene bis auf einen axialen Spalt von 1 bis 2 mm Breite mit Stanniol verklebt oder auf andere Weise undurchsichtig gemacht ist. Ich benutze zu diesem Zwecke einen massiven Halbcylinder von 6 cm Durchmesser und 4 cm Höhe und für die Brechung in Flüssigkeiten einen Hohlzylinder von 7 cm Durchmesser und 4 cm Höhe, beide von der Firma Dr. Steeg und Reuter in Homburg bezogen¹⁾. Das Aufstellen der Vorrichtung geschieht in folgender Weise: Der Lichtarm wird auf 180°, der Cameraarm auf 0° eingestellt und die Camera centriert, so dass das Bild auf die Indexlinie der Mattscheibe fällt. Dann wird die Tischalhidade auf 90° festgeklemmt und der Halbcylinder auf die etwas angewärmte obere Tischplatte mit drei Tropfen Klebwachs derart befestigt, dass die axiale Ebene auf den Durchmesser 90°—270° zu liegen kommt und dem Lichtarm zugewendet ist. Das genauere Einstellen erfolgt in der Weise, dass der Lichtarm auf 135°, die Camera auf 225° festgeklemmt und, ehe das Wachs erstarrt, der Glaskörper so gedreht wird, dass das Spiegelbild, welches die vom Stanniol nicht bedeckte Stelle der axialen Ebene liefert, genau auf die Marke der Camera fällt. Lässt man nun den Lichtarm den Quadranten von 180° bis 270° in Sprüngen von 10° durchlaufen, so können die Brechungswinkel im ersten Quadranten unmittelbar abgelesen werden und zugleich zeigen die Arme sehr übersichtlich den Gang der Strahlen. In

¹⁾ Vergl. die Mitteilungen aus Werkstätten am Ende des Heftes.

dieser Hinsicht wäre es noch besser, wenn der Tischarm zugleich das Einfallslot bezeichnete, allein hiervon muss Abstand genommen werden, weil der erste Versuch den Nachweis zu liefern hat, dass die Strahlen bei senkrechtem Einfall den Körper ungebrochen durchlaufen.

Die beiden Halbcylinder meines Apparates sind so genau gearbeitet, dass die Versuche einen sehr brauchbaren Wert des Brechungsexponenten ergeben. Als Beleg mag beifolgende Versuchsreihe dienen, bei der nur die eine Vorsichtsmaassregel gebraucht wurde, die Versuche beiderseits des Einfallslotes anzustellen, um Aufstellungsfehler des brechenden Körpers unschädlich zu machen. Die Zusammenstellung giebt nur die Mittel der beiderseits gemachten Ablesungen.

Einfallswinkel	Brechungswinkel	Brechungsexponent
10°	6° 33'	1,523
20°	13°	1,521
25°	16° 10'	1,518
30°	19° 14'	1,518
35°	22° 10'	1,520
40°	25° 2'	1,519
45°	27° 45'	1,519
50°	30° 18'	1,519
55°	32° 35'	1,521
60°	34° 45'	1,520
65°	36° 38'	1,519
70°	38° 10'	1,521
80°	40° 15'	1,524
Mittel:		1,520

Mehr Wert als auf diese Demonstrationsversuche lege ich aber, wenigstens für die Prima, auf Messungen am Prisma, die sich sehr übersichtlich und einfach gestalten und für alle denkenden Schüler einen grossen Reiz haben, da sie, abgesehen von den vorbereitenden Arbeiten der Aufstellung und Orientierung, von den Schülern selbst angegeben und ausgeführt werden können. Ich verzichte im Unterricht gerne auf Eingehen in Einzelheiten und Besprechung von unwesentlicheren Erscheinungen, wenn ich dadurch Zeit für Durchführung einer derartigen Versuchsreihe gewinnen kann.

Die meisten Versuche, die in dieser Richtung in Betracht kommen, können sowohl mit Spaltrohr und Fernrohr, als auch mit Lichtlinie und Camera angestellt werden. Aus naheliegenden Gründen pädagogischer Natur verdient die letztere Methode den Vorzug, falls nicht sachliche Bedenken entgegenstehen. Es muss in diesem Falle nur auf das innere Säulchen des Lichtarmes eine Linse von 12 cm Brennweite gesetzt werden, um paralleles Licht zu erhalten. Um scharfe Einstellung dieser Linse zu ermöglichen, bedient man sich am besten folgender Einrichtung: Auf den Cylinder des Säulchens wird ein Messingring von 4 cm Durchmesser und 1 cm Breite (Stück eines Rohres) rechtwinklig aufgeschraubt. In diesem Ring ist ein Messingrohr von 2 cm Länge verschiebbar, in welchem die Linse, 5 mm vom Ende entfernt, gefasst ist; das Rohr kann von beiden Seiten in den Ring eingeschoben werden.

Zunächst wird der brechende Winkel des Prismas gemessen, und zwar können beide Methoden, die mit drehbarem Prisma oder beweglichem Fernrohr,

gewählt werden. Zur Bestimmung des Brechungsexponenten kann man recht gut die Methode der kleinsten Ablenkung benutzen²⁾. Vielleicht aber ist das Verfahren senkrechten Austrittes gerade für diese Stufe des Unterrichts noch besser geeignet. Man wird hierbei in folgender Weise einzustellen haben: 1) Man kittet das Prisma auf der Tischplatte in der Art fest, dass eine der brechenden Flächen ungefähr dem Tischarm parallel steht und die Basis letzterem zugewendet ist (vergl. auch Weinhold, *Demonstrationen*, 2. Aufl., S. 291); 2) man stellt den Tischarm auf 90° und klemmt Lichtarm und Cameraarm auf 225° bzw. 135° an; dann dreht man das Tischehen vorsichtig in solche Lage, dass in der Camera das Bild der Lichtlinie auf die Marke fällt, und klemmt den Arm in dieser Lage fest; 3) man stellt die Camera auf 180° ein und dreht den Lichtarm in den ersten Quadranten, bis das Bild auf der Marke der Camera einstellt; der abgelesene Winkel ist dann unmittelbar die Ablenkung.

Auch die Dispersion des Lichtes durch ein Prisma, am besten ein Flintglas- oder Schwefelkohlenstoffprisma, kann man mit Hülfe des Apparates leicht messend verfolgen, nur wird sich hierfür die Anwendung von Spaltrohr und Fernrohr empfehlen, obwohl die Benutzung der künstlichen Lichtlinie nicht ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt von einer etwaigen Bestimmung der Wellenlänge mit einem Gitter, die experimentelle Schwierigkeiten nicht bietet, dafür aber ausserhalb der Grenzen liegen dürfte, die den meisten unserer höheren Lehranstalten durch die Lehrpläne gezogen sind.

5. Das Demonstrationsgoniometer beim Nachweis mechanischer Gesetze.

In Figur 9 ist die Art und Weise dargestellt, wie das Goniometer zum Nachweis des Kräfteparallelogramms benutzt werden kann. Es werden zu diesem Zwecke in die äusseren Gewindlöcher der drei Arme Säulchen eingeschraubt und in diese Messingcylinder eingeklemmt, welche zwischen Gabeln auf Stahlspitzen laufende, sehr leicht bewegliche Röllchen tragen. Beim Festklemmen muss darauf gesehen werden, dass die Röllchen gleich hoch stehen und möglichst genau radial, d. h. parallel den Armen gerichtet sind. Über diese Rollen sind drei starke, aber nicht zu dicke und recht geschmeidige Seidenfäden gelegt, an die einerseits Messinghäkchen geknüpft sind, während die inneren Enden mittels eines leichten Drahtringes von ungefähr 5 mm Durchmesser verbunden sind.

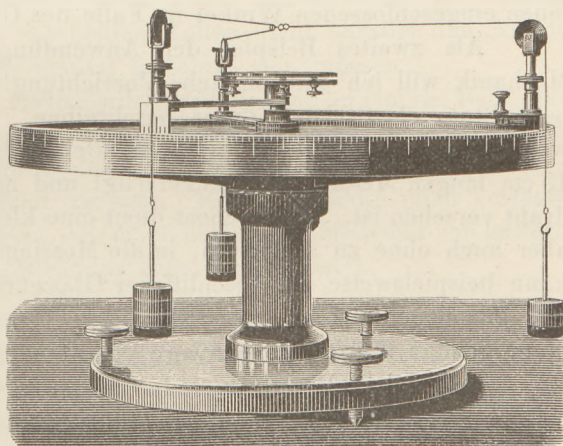


Fig. 9. ($\frac{1}{6}$ nat. Gr)

Die Kräfte werden durch ringförmige Bleiplatten von 30 mm Durchmesser und 8 bis 9 mm Dicke gebildet, deren jede 70 gr wiegt. Zur Befestigung derselben an den Schnurenden dienen Messingscheiben von ebenfalls 30 mm Durchmesser, die mittels eingeschraubter, vier Millimeter starker Messingdrähte von 9 cm

²⁾ Vergl. den Aufsatz von M. Koppe in diesem Heft, S. 76.

Länge, die oben keilförmig abgeplattet und durchbohrt sind, an die Haken der Schnurenden aufgehängt werden. Jeder dieser Träger wiegt ebenfalls 70 gr. Das zum Wechseln der Bleiringe erforderliche Abhängen derselben ist rasch und ohne grosse Unbequemlichkeit vollzogen.

Ein unlegbarer Nachteil der Vorrichtung ist in die Augen springend: Die Versuche können nur als Bestätigung eines durch Berechnung gefundenen Resultates dienen, da ein Ausprobieren der richtigen Stellungen, welche die drei Arme erhalten müssen, damit drei angebrachte Kräfte im Gleichgewicht seien, natürlich von vornherein ausgeschlossen ist. Dagegen sprechen für den Apparat eine Reihe von Vorzügen; zunächst stellt sich derselbe, falls das Goniometer vorhanden ist, ausserordentlich viel billiger, als die bekannten, für gleichen Zweck bestimmten Unterrichtsapparate; dann aber, und das scheint mir ein ganz besonderer Vorteil zu sein, sind die Resultate wesentlich genauer und zugleich übersichtlicher als mit der Mehrzahl ähnlicher Vorrichtungen, und jedenfalls ebenso genau wie die mit den besten und teuersten gewonnenen. Es wird sich empfehlen, die Versuche etwa in folgender Weise anzustellen: Man berechnet sich im Voraus die Winkel, unter denen die drei Kräfte auf einander wirken müssen, um im Gleichgewicht zu stehen. Sind beispielsweise die Kräfte 5, 6 und 7, so findet man für die bezüglichen Winkel $135^\circ 35'$, $122^\circ 53'$ und $101^\circ 32'$. Nun stellt man den Arm der Kraft 5 auf 0° , den der Kraft 6 auf $101^\circ 32'$ und sucht mit dem Arm der Kraft 7 diejenige Stellung, bei welcher der die Schnüre verbindende Ring genau central über der Durchbohrung des Tischchens und der Achse schwebt. Zur leichteren Beurteilung dieser Lage ist es nützlich, in die Durchbohrung der Achse eine entsprechend starke und hinreichend lange Nadel zu stecken, welche der Ring im Falle des Gleichgewichts völlig frei und ohne Anstreichen umgeben muss; versetzt man die Fäden in leichte transversale Schwingungen, so kann die richtige Einstellung besonders sicher erkannt werden.

Hat man eine Reihe derartiger Messungen ausgeführt, so ergiebt sich aus ihnen die Beziehung $a : b : c = \sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma$, welcher drei Kräfte und die von ihnen eingeschlossenen Winkel im Falle des Gleichgewichtes genügen müssen u. s. f.

Als zweites Beispiel der Anwendung des Goniometers im Gebiete der Mechanik will ich eine einfache Vorrichtung zum Nachweis des Reflexionsgesetzes beim Stoss elastischer Körper beschreiben. Auf den einen Arm des Apparates wird zwischen Gabel und Spitze ein kleines Kanönchen gelagert, welches aus einer 15 cm langen Messingröhre angefertigt und mit einer starken Feder aus Neusilberdraht versehen ist. Als Geschoss dient eine kleine Elfenbeinkugel, die ohne Reibung, aber auch ohne zu schlottern, in die Messingröhre passt. Als reflektierende Wand kann beispielsweise ein geschliffener Glaswürfel dienen, der auf den Tisch gelegt und gegebenenfalls mit etwas Klebwachs befestigt wird; bei einer Kantenlänge von 5 cm genügt die eigene Schwere, um eine hinreichende Stabilität zu verbürgen. Man erhält solche Würfel in jeder besseren Schreibmaterialienhandlung als Briefbeschwerer. Die Auffange-Vorrichtung hat folgende Konstruktion: Auf einen der kleinen Messingcylinder, der in das äussere Säulchen des anderen Armes eingeklemmt ist, wird ein starker Doppelring von 4 cm Durchmesser aufgeschraubt, der nach Art der Bügel eines Portemonnaies geöffnet und geschlossen werden kann. Zwischen die Hälften dieses Ringes werden kreisförmige Stückchen Seidenpapier eingeklemmt; die Aufstellung der Vorrichtung ist einfach: Man stellt das Kanönchen auf 0° , den Arm mit der Scheibe auf 180° , richtet das Messingrohr auf der Gabel nach dem Augenmaass auf die Mitte der runden Papierscheibe, indem man zu-

gleich das hintere, auf der Spitze ruhende Ende etwas senkt, damit das Elfenbeinkügelchen beim Zurückziehen der Feder sicher nachrollt. Durch einen Probeschuss überzeugt man sich von der richtigen Einstellung, zieht ein neues Blatt Papier ein, und setzt den Tisch mit dem Würfel so auf, dass die reflektierende Würfelfläche auf den Durchmesser 90° — 270° kommt. Nach jedem Versuche braucht man nur ein frisches Blatt Papier einzuklemmen, was in kürzester Zeit ausgeführt ist.

Auch zum Studium der Torsionserscheinungen kann das Goniometer leicht verwendet werden. Es bedarf zu diesem Zwecke nur eines Statives, um das obere Ende des zu tordierenden Drahtes festzuklemmen und eines Messingkörpers von der in Fig. 10 abgebildeten Form. Es ist dies ein Cylinder von etwa 150 gr Gewicht, welcher oben einen axial durchbohrten Ansatz mit Klemmschraube trägt. Mittels dieser Hülse wird der Cylinder am unteren Ende des zu untersuchenden Drahtes festgeklemmt. In die Grundfläche des Körpers ist ebenfalls concentrisch eine Stahlspitze eingeschraubt, die in die Bohrung der Goniometerachse versenkt zur Führung dient. Der untere Teil des Cylindermantels bildet zwei übereinander liegende Rollen von 2 cm Durchmesser mit je einem eingeschraubten Knöpfchen zur Befestigung von zwei Seidenfäden; diese letzteren werden mehrfach um den Cylindermantel geschlungen und von hier über zwei der im vorletzten Versuche benutzten Rollen geführt, die mittels zweier Arme des Goniometers auf diametrale Punkte der Teilung eingestellt werden. An den freien Enden der Schnüre werden zur Aufnahme der Gewichte kleine Wagschalen von je 10 gr Gewicht angehängt. Im oberen Drittel hat der Messingcylinder etwas grösseren Durchmesser; in den dadurch gebildeten Ring ist einerseits in radialer Richtung ein Stahldraht eingeschraubt, dessen nach unten gebogenes Ende frei vor der Teilung spielt, andererseits ein ebenfalls radialer Arm mit Gegengewicht.

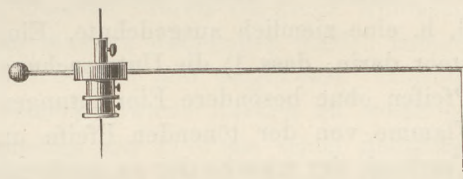


Fig. 10. ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.)

Die Anwendung der Vorrichtung bedarf keiner Erläuterung; es verdient nur noch bemerkt zu werden, dass die beiden Rollen nicht parallel den Armen, sondern tangential gegen den Cylindermantel gerichtet sein müssen.

Ich habe mich bemüht, in den vorliegenden Mitteilungen an einigen Beispielen zu zeigen, welche weitgehender Verwendung das Demonstrationsgoniometer im Unterricht fähig ist, und es bedarf wohl kaum der Versicherung, dass diese Darstellung nicht entfernt beansprucht, erschöpfend zu sein. Ich beschränke mich vorläufig gern auf die hier gemachten Mitteilungen, indem ich hoffe, dass vielleicht von anderer Seite weitere Vorschläge in gleicher Richtung gemacht werden³⁾.

Neues allgemeines Flammen-Manometer.

Von

P. Fischer in Kulm (Westpreussen).

Das Instrument dient zur Untersuchung des Schwingungszustandes jeder Stelle einer tönenden Luftsäule, insbesondere also zur Untersuchung des Schwingungszustandes tönender Orgelpfeifen von fast allen Dimensionen (von $2\frac{1}{2}$ cm lichter

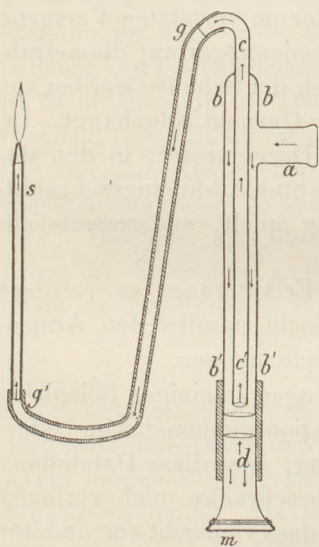
³⁾ Die hier beschriebenen Zusatzapparate sind ebenfalls von Herrn Mechanikus Hoesch in Giessen gearbeitet und kosten: Galvanometer (ohne Busssole) 35 Mk.; Tangentenbusssole 12 Mk.; 3 Rollen 9 Mk.; Kanönchen 3,50 Mk.; Ring für Seidenpapier 5 Mk.; Torsionskörper 7 Mk.

Weite bis zu beliebiger Weite); ebenso vermag es die durch das menschliche Stimmorgan hervorgebrachten Töne optisch wahrnehmbar zu machen.

Die Theorie dieses Flammenmanometers ist dieselbe, wie diejenige der bisher gebräuchlichen Gasflammenmanometer, sowohl der isoliert verwendeten, als auch der z. B. an den Koenig'schen Pfeifen angebrachten. Jedoch kann das Instrument auch zur optischen Darstellung der oben erwähnten Schwingungen ohne Verwendung von Gas, nämlich durch Herstellung einer schwingenden Lötrohrflamme, benutzt werden.

Die Flamme wird durch einen rotierenden Spiegel oder stroboskopisch analysiert; die Verwendbarkeit ist den Umständen nach (Zahl der Beobachter, Grösse des Zimmers u. dergl.) dieselbe, wie bei den Gasflammenmanometern überhaupt, d. h. eine ziemlich ausgedehnte. Ein wesentlicher Vorteil dieses Instrumentes besteht darin, dass 1) die Untersuchung auf beliebige, sowohl offene als gedeckte, Pfeifen ohne besondere Einrichtungen ausgedehnt werden kann, und 2) dass die Flamme von der tönenden Pfeife um mehrere Meter entfernt werden kann, ein Umstand, der manche der zu machenden Beobachtungen sicherer und überzeugender erscheinen lässt.

Die beistehende schematische Zeichnung möge zur Erläuterung der Einrichtung und der Wirkungsweise des Instruments dienen. Die Weite ist in $\frac{1}{4}$ natürlicher Grösse, die Länge verkürzt dargestellt. Die wahre Länge beträgt von m bis c 1 Meter.



Die Glasröhre cc' steht mit ihrem oberen Ende durch einen engen Gummischlauch gg' (von etwa 2 m Länge) mit dem Glasrohr s mit Ausströmungsspitze in Verbindung. Das Rohr cc' ist seiner ganzen Länge nach umgeben von einem weiteren Rohr bb' , so dass zwischen den Wandungen beider Röhren ein ringförmiger Raum von 1—2 mm lichter Weite bleibt. Oben ist bb' mit cc' verschmolzen, unten offen; bei a ist ein Seitenrohr, und unten mittelst kurzer Schlauchverbindung ein sich erweiterndes Glasrohr angefügt, dessen untere (weitere) Öffnung durch die Membran m geschlossen ist. Bei a wird das Instrument an eine Gasleitung angeschlossen. Das Ganze bildet so einen Hohlraum, in welchen das Gas bei a eintreten und bei s austreten kann. Die Membran m bildet einen Teil der Wandung dieses Hohlraums.

Zum Festhalten des Instruments kann entweder ein Kork mit mässiger Reibung über das äussere Rohr geschoben werden, durch welchen das Instrument auf dem Rande der Orgelpfeife schwebt; oder es wird eine für verschiedene Dimensionen von Orgelpfeifen eingerichtete verstellbare Klemme angewandt, in welcher das Manometer auf und ab geschoben werden kann. Im Inneren der weiteren Glasröhre bb' ist eine Centimeter-skala befestigt, deren Nullpunkt in der Ebene der Membran liegt. Dadurch kann die Entfernung der zu untersuchenden Stelle der Luftsäule vom offenen Ende der Pfeife abgelesen werden.

Beim Gebrauch wird das Instrument in die Pfeife eingesenkt und durch den Kork oder die Klemme in beliebiger Höhe festgestellt; dann wird die Gasleitung geöffnet und das Gas an der Mündung der Röhre s angezündet (nachdem diese in einem passenden Stativ (Retortenhalter) senkrecht und entfernt von der Pfeife

festgeklemmt ist); endlich wird der Rotationsspiegel neben der Flamme aufgestellt und durch Zudrehen des Gashahnes die Flamme auf 1—2 *cm* Länge gebracht.

Lässt man die Pfeife tönen, so nimmt die Flamme sofort die langgezogene Form der Flamme einer chemischen Harmonika an, brennt fast ganz blau und nur an der Spitze leuchtend, und zeigt im rotierenden Spiegel die bekannten Flammenbilder. Bei offener Pfeife erhält man die stärkste Bewegung der Flamme nahe der Mitte der Pfeifenlänge, also dort, wo bei dem Nachweis der Schwingungen durch mit Sand bestreute Membran die Wirkung am schwächsten ist. Auf $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ Pfeifenlänge ist die Wirkung am schwächsten, also die Zacken der Flammenbilder am kürzesten. Beim Grundton ist eine vollkommen ungestörte Flamme kaum zu erhalten. Ruft man dagegen den ersten Oberton (durch stärkeres Anblasen oder Verstellung der Lippe) hervor, so erhält man an denjenigen Stellen ruhige Flamme, wo vorher die stärkste Bewegung sich zeigte, und umgekehrt. Hierbei gelingt es leicht, die Flammenbilder ohne bemerkenswerte Zacken zu erhalten; jedoch bringt eine Verschiebung des Manometers um 1—2 *mm* schon deutliche Zacken hervor, so dass die Orte der geringsten Wirkung mit sehr grosser Genauigkeit bestimmt werden. Giebt die Pfeife gleichzeitig zwei Töne, (etwa Grundton und Oktave), so erblickt man im Spiegel sehr deutlich die „gemischten Zacken.“

Zur Untersuchung gedeckter Pfeifen muss die Decke mit einer genügenden Öffnung zum Durchlassen der Röhre *bb'* versehen sein, welche Öffnung dann durch ein eingesetztes Futter dicht schliessend gemacht wird.

Singt man mit weitgeöffnetem Munde und hält die Membran in die Mündung, so erhält man die Flammenbilder der einzelnen Töne, sowie auch die „gemischten“ Flammenbilder für gleichzeitig mittönende Obertöne; die Erscheinung ist ebenfalls sehr deutlich, besonders wenn die Grösse der Membran nicht allzu gering ist (2 *cm* Durchmesser genügen).

Von besonderem Interesse erscheint dem Verfasser folgender Versuch:

Man senke das Manometer in eine mit Grundton rein und kräftig tönende Pfeife (von etwa 5 *cm* Weite und 60 *cm* Länge) bis zur Mitte ein, öffne den Gashahn, blase die Pfeife an, und schraube den Gashahn allmählich zu, bis die Flamme fast ganz blau brennt, oder noch etwas weiter; dann beginnt die freibrennende Flamme sofort den Ton der Pfeife zu singen. Der Klang der singenden Flamme ist von dem der Pfeife verschieden, etwas summend; hat man die Flamme 1—2 *m* von der Pfeife aufgestellt, so sind beide Töne gleichzeitig sehr deutlich zu hören und zu unterscheiden. Durch einen hintergesetzten grossen Hohlspiegel (die Flamme im Brennpunkt) kann man den Ton der Flamme in einem ganz grossen Zimmer überall vernehmbar machen. Dieser für die Theorie der singenden Flammen und der chemischen Harmonika grundlegende Versuch ist, soweit dem Verfasser bekannt, noch nicht veröffentlicht worden.

Auch bei Benutzung des ersten Obertones gelingt der Versuch mit einer etwa 60 *cm* langen Pfeife ohne Schwierigkeit. Durch direktes Ansingen der Membran hat der Verfasser ein Selbsttönen der Flamme nicht erzielen können; für einen Beobachter ist der Versuch in dieser Form aus leicht ersichtlichen Gründen etwas schwierig.

Statt des Leuchtgases kann man mit diesem Apparat auch (nach Tyndall's Methode) gewöhnliche Luft verwenden, die in eine vor die Spitze *s* gestellte Flamme bläst. Man verbindet die Röhre *a* mit einem regulierbaren Gebläse, und erzeugt eine Spitzflamme, welche aber sehr ruhig brennen muss. Diese Spitzflamme zeigt

beim Einsenken des Manometers in eine tönende Pfeife alle Erscheinungen der Manometer-Gasflamme; die Spitzflamme kann auch zum Selbsttönen gebracht werden.

Durch Verwendung dieser Form des Manometers wird demnach einerseits eine bedeutende Vereinfachung der zu verwendenden Apparate ermöglicht, andererseits sind die damit anzustellenden Versuche von sehr grosser Mannigfaltigkeit und ausserordentlicher Deutlichkeit. Das Manometer ist in den mechanischen Werkstätten von Ferdinand Ernecke in Berlin ausgeführt.

Ein Vorlesungsthermometer und einige Experimente der Wärmelehre.

Von

Professor W. Holtz in Greifswald.

Bei den meisten Experimenten der Wärmelehre gilt es nur zu zeigen, dass die Temperatur steigt oder fällt, nicht wie hoch dieselbe sei. Für diesen Zweck empfehle ich ein Vorlesungsthermometer, das sich den einzelnen Versuchen leicht anpasst, und dessen Angaben weithin sichtbar sind. Es ist ein gewöhnliches Luftthermometer, aber mit der Abänderung, dass der aufnehmende und der anzeigende Teil getrennt sind und nur in loser Verbindung mit einander stehen. Dies hat den Vorteil, dass man den ersteren leichter handhaben und nach Bedürfnis modifizieren kann. Beide Teile mögen der Kürze halber besondere Namen führen, der eine mag Receptor, der andere Indikator heissen. Der Indikator ist eine Glasröhre mit Flüssigkeitstropfen nebst Markierspitze und Schirm und den nötigen Befestigungsstücken; der Receptor kann ein Medizinfläschchen, eine Glas- oder Metallröhre, oder eine Blechkapsel sein. Zur Verbindung dient eine längere möglichst enge Kautschuekröhre, die jedoch erst im geeigneten Momente an den Indikator anzulegen und wieder von ihm abzunehmen ist. Beide Operationen mögen im Folgenden kurz mit „das Thermometer schliessen“ bzw. „öffnen“ bezeichnet werden. Ich will nun beide Teile ausführlicher beschreiben und zwar zunächst den Indikator für sich, dann den Receptor nebst den betreffenden Experimenten.

Der Indikator.

Ein schmales Brett von 440 mm Länge (Fig. 1) ruht an seinem einen Ende auf kleinen Fussplatten, während das andere mit Hilfe eines schlanken Keils nach Belieben höher oder tiefer zu stellen ist. In der Mittellinie des Bretts mit beiden Enden abschneidend erheben sich kleine Holzsäulchen von 50 mm Höhe, welche

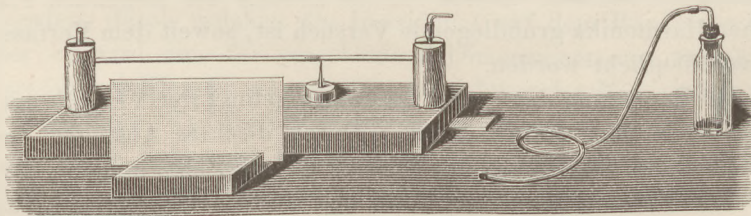


Fig. 1. ($\frac{1}{8}$ nat. Gr.)

oben verhältnismässig breite Schlitzte haben, deren Seitenwände mit Leder gepolstert sind. In letzteren liegt fest, aber doch abnehmbar eine Glasröhre mit kurzen senkrecht nach oben gebogenen Enden, so dass diese in der Mitte der Schlitzte stehend die Säulchen noch um 8 mm überragen. Die Röhre darf weder zu weit

noch zu eng sein, damit der für sie bestimmte Flüssigkeitstropfen nicht zu leicht zerflüsse und doch möglichst beweglich sei; eine innere Weite von 3—3,5 mm hat sich am besten bewährt. Die Flüssigkeit sei schwach mit Drachenblut gefärbter Alkohol. Der Tropfen mag auf 12—18 mm Länge bemessen werden. Zur Verbindung des einen Endes der Glasröhre mit der viel engeren Kautschukröhre ist noch ein Zwischenstück nötig, ein kurzes rechtwinkliges Röhrchen, dessen einer Schenkel in eine 1 mm weite Spitze ausgezogen ist. Auf diese lässt sich, nachdem das Röhrchen mit der Glasröhre verbunden, die enge Kautschukröhre eben so leicht aufchieben, als sie wieder abgezogen werden kann. Um den augenblicklichen Stand des Tropfens zu markieren, dient eine geschwärzte Metallspitze, welche auf einem runden 10 mm hohen Füßchen steht; sie ist so lang, dass sie eben bis an die Glasröhre reicht, wenn man das Füßchen auf dem Brette verschiebt. Um einen passenden Hintergrund zu gewinnen, dient ein weisser Kartonschirm d. h. ein Kartonstück, das in dem Schlitze eines besonderen Brettchens befestigt ist. Auf solchem Hintergrunde sind Tropfen und Markierspitze weithin sichtbar, während der Experimentator über den Schirm weggehend beide gleichfalls beobachten kann.

Vor Gebrauch des Instruments lässt man die Flüssigkeit in der Röhre einmal hin und zurück fließen, damit die Glaswand überall angefeuchtet wird, worauf man den Keil so einstellt, dass der Tropfen eine feste, dem jeweiligen Versuche entsprechende Lage gewinnt. Hierauf schliesst man, nachdem der Versuch im übrigen vorbereitet, das Thermometer und wartet, bis der Tropfen, wenn er sich bewegen sollte, zur Ruhe gelangt. Dann stellt man die Markierspitze und endlich den Schirm hin. Nun beginnt der eigentliche Versuch, indem man den Receptor der fraglichen Temperaturänderung unterwirft. Der Tropfen wird sich bewegen; und war die Bewegung deutlich, so bricht man den Versuch ab, indem man das Thermometer öffnet. Jedenfalls geschieht dies, bevor sich die Flüssigkeit dem Ende der Röhre nähert; denn es wäre eben so unbequem, wenn sie aus dem offenen Ende ausflösse, als wenn sie in den Glaseonus und die capillare Kautschukröhre träte. Nach Gebrauch verschliesst man die Röhre mit kleinen Stöpseln. Aber nach Absolvierung der Wärmelehre giesst man die Flüssigkeit lieber aus und spült die Röhre rein.

Mancher mag den Apparat für allzu einfach halten und denselben durch Stellschraube, Glashahn und kugelförmige Endstücke der Röhre verbessern wollen. Ich bemerke deshalb, dass ich dies und noch manches andere versucht, aber aus Gründen, die ich nicht weiter erörtere, wieder verworfen habe. Andern mag die Handhabung zu unbequem und zu langwierig erscheinen. Aber sie vollzieht sich in Wirklichkeit schneller, als sie beschrieben wird. Auch wird dadurch Zeit gespart, dass die Angaben so schnell und so deutlich erfolgen, dass man zur Beobachtung selbst oft nur Sekunden gebraucht.

Der Receptor und die Experimente.

Ich führe zunächst Experimente an, bei welchen der Receptor ein gewöhnliches Medicinfläschchen ist¹⁾.

Ein solches sei 35 mm weit und möglichst dünnwandig. Für den Gebrauch in Flüssigkeiten ist es mit etwas Quecksilber beschwert. Im Stöpsel sitzt luftdicht ein Röhrchen, ähnlich dem früher erwähnten, mit ausgezogener Spitze, über welche — hier dauernd — die Verbindungsröhre geschoben ist. Wie das Thermometer

¹⁾ Diese und die späteren Versuche sind im wesentlichen nicht neu, ich gebe sie nur in veränderter, dem vorliegenden Thermometer entsprechender Form.

hiernach bei Anwendung eines Fläschchens gestaltet ist, lässt Fig. 1 erkennen. Es ist selbstredend, dass man während der Versuche das Fläschchen nicht mit der Hand berühren darf. Zur eventuellen Handhabung gebraucht man daher noch eine Art von Halter, am einfachsten ein schmales Brettchen mit eingefeiltem, der Halsweite entsprechendem Schlitz.

Um die Reibungswärme fester Körper zu zeigen, spannt man den Flaschenhals in die vorher abgenommene Klemme eines Retortenhalters ein und fährt mit dem Fläschchen einige Male an einer mit Zeug oder Leder bezogenen Leiste entlang. Um die Reibungswärme von Flüssigkeiten zu zeigen, schüttelt man bei gleicher Handhabe das Quecksilber im Fläschchen eine Minute lang in horizontaler Richtung hin und her. Immer beginnt man die temperaturändernde Operation erst, wenn nach Schluss des Thermometers der Tropfen stationär ist, und Markierspitze und Schirm hingestellt sind. Um die Condensierungswärme von Flüssigkeiten zu zeigen, stellt man das Fläschchen in ein Glas, das Wasser von der Zimmertemperatur enthält, giesst später eine grössere Menge Alkohol hinzu und rührt mit einem Glasstäbchen um. Um die Auflösungskälte fester Körper zu zeigen, verfährt man ebenso, nur dass Kochsalz statt des Alkohols genommen wird. Zum Nachweis der chemischen Verbindungswärme setzt man dem Wasser ein kleines Quantum Schwefelsäure zu. Zum Nachweis der Krystallisationswärme wird zunächst unterschwefligsaures Natron bei gelinder Wärme in einem Becherglase geschmolzen, worauf man dasselbe auf den Tisch und — bei geöffnetem Thermometer — das Fläschchen in die Flüssigkeit stellt. Indem man sich hierauf mit anderen Versuchen beschäftigt, fühlt man zeitweise das Glas behutsam mit den Fingern an, solange bis es die Temperatur der Hand hat; dann kann der Versuch wieder aufgenommen werden. Das Thermometer schliessend zeigt man zunächst, dass der Tropfen wegen noch fortschreitender Abkühlung in langsamer Bewegung beharrt, bis man, seine Lage noch einmal markierend, ein Krystallehen in die Flüssigkeit wirft, worauf er sich rückgängig bewegt. Das Becherglas zu schonen, lässt man die Flüssigkeit nur teilweise erstarren, indem man das Glas mit Wasser füllt. Um die Verdunstungskälte nachzuweisen, stellt man das Fläschchen in Wasser von der Zimmertemperatur und hebt es dann einfach empor. Hat man zuvor ein gleiches Fläschchen mit Filtrierpapier unwickelt, so kann man zeigen, dass die Verdunstung durch die Rauheit der Fläche begünstigt wird. Dass die Luftbewegung sie begünstigt, kann man klar machen, indem man das gehobene Fläschchen einfach hin und her bewegt. Hat man mehrere gleiche Fläschchen und ebensoviel Gläser mit verschiedenen Flüssigkeiten, so kann man der Reihe nach zeigen, dass der Kälteeffekt mit der Flüchtigkeit wächst. Dies kann auch geschehen, indem man das Thermometer zu einem Differentialthermometer macht, d. h. an beiden Seiten des Indikators einen Receptor aufstellt und beide aus verschiedenen Flüssigkeiten hebt.

Es mögen nun zwei Experimente folgen, bei welchen der Receptor die Form einer Röhre hat.

Beim ersten Versuche handelt es sich darum, die Verdichtungswärme der Luft nachzuweisen. Eine Flasche von 8—10 Liter Inhalt wird mit einem wohl-schliessenden, dreifach durchbohrten Kautschukstöpsel versehen²⁾. In der centralen Öffnung steckt der Receptor, eine möglichst weite, unten verschlossene, oben engere,

²⁾ Man bohrt Löcher in Kautschuk bekanntlich mit Hilfe der Korkbohrer d. h. geschärfter Messingröhren, indem man diese mit Lauge oder einfacher mit Speichel benetzt.

auf der Glashütte besonders gefertigte Röhre, welche an der Innenseite mit Kienruss geschwärzt ist³⁾. Auf die Mündung setzt man zum Anschluss an die Verbindungsröhre ein rechtwinkliges Röhrechen, wie früher beschrieben ist. In der zweiten Öffnung steckt auch ein rechtwinkliges Röhrechen, aber ohne Spitze, weil auf dieses ein weiterer Kautschukschlauch geschoben wird. An letzteren schliesst sich, auf dem Tische liegend, ein kleiner Kautschukballon mit Ventil als Blasebalg, wie man sie in physikalischen Kabinetten auch sonst zu benutzen pflegt. In der dritten steckt ein gewöhnliches Quecksilbermanometer, das man sich leicht durch zweimalige Biegung einer Glasröhre verschaffen kann. Ist Alles im Stöpsel befestigt und dieser fest eingedreht, so legt man zwei starke Bindfäden darüber und bindet die Enden mit einem zweiten durch Umwindung des Flaschenhalses fest. Zum besseren Verständnis des Ganzen mag Fig. 2 dienen. Ist nun das Thermometer geschlossen und der Tropfen stationär, so presst man — indem man den Blasebalg mit einem Holzklotz drückt — so viel Luft in die Flasche, bis das Manometer etwa 5 Centimeter Überdruck zeigt. Dies wird genügen, den Tropfen um etwa 12 mm vorwärts zu treiben. Schliesst der Stöpsel gut, so wird der Druck auch nach 10 Minuten noch näherungsweise derselbe sein. In dieser Zeit aber kehrt der Tropfen durch allmähliche Ausstrahlung der Wärme wieder in seine frühere Lage zurück. Man lässt dann, den weiteren Kautschukschlauch abziehend, die Luft ausfliessen, worauf der Tropfen sich ebensoviel nach entgegengesetzter Richtung bewegt. Durch den zweiten Versuch soll bewiesen werden, dass eine Bunsen'sche Gasflamme heisser als eine leuchtende ist. Als Receptor fungiert diesmal eine Messingröhre von 3—4 mm Weite und 190 mm Länge⁴⁾. Ihr eines Ende ist mittelst Hartlötung verschlossen, an das andere ist zum Anschluss an die Verbindungsröhre ein kleines ausgezogenes Glasröhrechen gesteckt. Nahe dem letztern spannt man die Messingröhre in einen Feilkloben und letzteren in einen Retortenhalter ein, worauf man unter das andere Ende der horizontalen Röhre einen Gasbrenner stellt. Man beginnt zunächst, seine Luftlöcher verstopfend, mit einer hellen Flamme, während das Thermometer geöffnet ist. Nach einigen Minuten schliesst man das letztere und wartet, bis der Tropfen stationär geworden ist. Dann giebt man die Luftlöcher frei, worauf dieser noch um etwa 9 mm weiter rücken wird. Erhitzt man länger, so wird der Tropfen oft wieder rückgängig, vielleicht, weil das glühende Metall Luft durchlässt oder weil durch Oxydation im Innern Luft verloren geht. Der Versuch ist übrigens etwas difficil. So darf die helle Flamme nicht flackern, weil sie dann einen grösseren Teil der Röhre bestreicht. Auch der erste Versuch muss einige Male an Ort und Stelle geübt werden, bevor man seiner sicher ist.

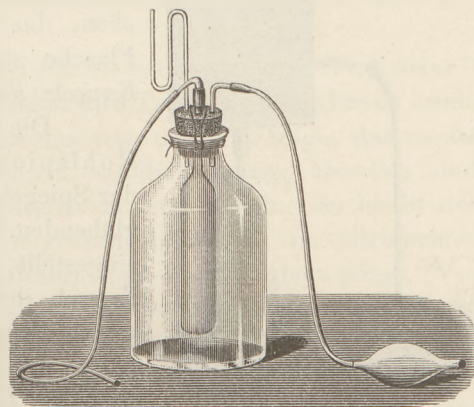


Fig. 2. (1/2 nat. Gr.)

³⁾ Die Schwärzung geschieht, indem man einen Brei von Kienruss, Weingeist und einigen Tropfen Schellacklösung in die Röhre giesst und nach Ausfluss des Überflüssigen solange Luft hindurchtreibt, bis der Überzug trocken geworden ist.

⁴⁾ Man kann Messingröhren von jeder Weite und Wandstärke in Berliner Metallwarenhandlungen, unter Anderen bei Cochius, Ritterstr. 113, erhalten.

Ich lasse nun solche Experimente folgen, bei denen der Receptor eine kleinere oder grössere Blechkapsel ist. Es sind Versuche mit strahlender Wärme, für welche das Thermometer besonders geeignet erscheint.

Die Kapseln bestehen aus dünnem Messing- oder Weissblech. Sie müssen, damit sie dicht halten, gefalzt und gut verlötet sein. Man prüft sie, indem man dieselben, während man Luft hineinbläst, unter Wasser hält. Beide Kapseln sind flach, nur etwa 14 mm dick, die grössere ist viereckig, die kleinere rund. Jene mag 150 mm Seitenlänge, diese einen Durchmesser von 35 mm haben. An jeder ist die eine der beiden Hauptflächen geschwärzt, während die anderen möglichst blank geputzt sind⁵⁾. An jeder sitzen zwei kurze Röhren, und zwar am Rande und um 90° von einander entfernt. Die eine führt ins Innere der Kapsel; sie ist so eng, dass man auf diese gleich die Verbindungsröhre schieben kann. Die weitere dient als Halter; man steckt sie auf ein Stäbchen, das im Pfropfen einer mit Schrot beschwerten Flasche sitzt. Fig. 3 zeigt die grössere der beiden Kapseln auf solchem Stativ.

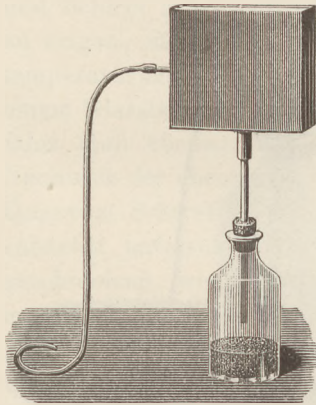


Fig. 3. ($\frac{1}{8}$ nat. Gr.)

Die kleine Kapsel benutzt man für den bekannten Hohlspiegelversuch. Man muss hierbei die Entfernung der Spiegel nicht zu gross wählen, wenn man nicht mit glühenden Massen operieren will. Nachdem die Spiegel eingestellt, schiebt man in den Brennpunkt des einen die Kapsel, ihre schwarze Fläche dem Spiegel zugewandt, worauf man nach Schluss des Thermometers in den Brennpunkt des andern eine erhitzte Kugel bringt. Bei dem analogen Kälteversuche wendet man ein mit Salz bestreutes Eisstück oder eine mit einer Kältemischung gefüllte Dose an. Für die weiteren Versuche wählt man die grössere Kapsel, so z. B. wenn man den Leslie'schen Würfel benutzt. Hier muss die Kapsel dem Würfel verhältnismässig nahe stehen; wie nahe, wird leicht aus einem Vorversuche erkannt. Im übrigen verfährt man am besten folgendermaassen. Man stellt zunächst einen Schirm vor die blanke Seite des Würfels, bevor die Kapsel diesem angenähert wird, worauf man das Thermometer schliesst und wartet, bis der Tropfen stationär geworden ist. Wird der Schirm dann entfernt, so rückt der Tropfen vor, womit zugleich die Wirkung des Schirmes erläutert ist. Ist der Tropfen wieder stationär, so dreht man nun zunächst die raue Metallfläche der Kapsel zu, dann der Reihe nach die weisse und endlich die schwarze Fläche, weil man so die Abkühlung der Kapsel nicht erst abzuwarten braucht. Durch einen anderen hübschen Versuch lässt sich zeigen, dass die Bunsen'sche Flamme, wenn auch heisser als eine helle, doch weniger Wärme emittiert. Man stellt einen Brenner in geeigneter Entfernung vor der Kapsel auf und lässt nach Schluss des Thermometers die Flamme zunächst als Bunsen'sche brennen. Ist der Tropfen stationär, so verschliesst man plötzlich die Luftlöcher, so dass die Flamme eine leuchtende wird, infolge dessen der Tropfen alsbald ein gut Teil weiter rückt. Einen letzten Versuch will ich noch anführen, der zum Nachweise der ultraroten Strahlen dienen soll. Man entwirft mit Heliostat und Schwefelkohlenstoffprisma ein möglichst lichtstarkes und vertikal ausgedehntes Spektrum, aber so, dass es eben mit einem Metallschirme

⁵⁾ Die Schwärzung geschieht, indem man die Fläche zuerst mit Kupfervitriollösung reibt, dann trocknet und hierauf mit Kienruss bestreicht.

abschneidet, hinter welchem die Kapsel steht. Nimmt man den Schirm nach Schluss des Thermometers fort, so wird der Tropfen, trotzdem die Kapsel ganz unbeleuchtet, sich langsam etwas vorwärts bewegen. Es ist nicht nötig, dass das Zimmer hierbei stark verfinstert ist, aber es muss während der letzten 10 Minuten in nahezu gleicher Beleuchtung gewesen sein. Würde es kurz vor dem Versuche dunkler, so möchte der Tropfen sich nicht, oder vielleicht im verkehrten Sinne bewegen. Würde es heller, so möchte das Resultat wohl das richtige, aber ein zweifelhaftes Beweismittel für die fragliche Wirkung sein. Um diesen Übelstand zu beseitigen, versuchte ich das Instrument mit zwei gleichen Kapseln als Differentialthermometer zu gebrauchen, aber es zeigte sich, dass es so nicht empfindlich genug war. Natürlich sind die Bedingungen viel günstiger, wenn man einen Metallspiegel im Helio- staten und ein entsprechend grosses Steinsalzprisma benutzen kann. Aber diese Stücke sind an und für sich schon selten, und wo sie vorhanden, dürften sie meistens in unbrauchbarem Zustande sein.

Das Vorlesungsthermometer von Beetz⁶⁾ und die beiden von Fr. C. G. Müller⁷⁾ haben den Vorzug, dass man an ihnen gleich bestimmte Temperaturen ablesen kann. Aber jenes ist sehr theuer, und von diesen ist das erste ziemlich träge, das zweite des damit verbundenen Barometers halber nicht handlich genug; überdies sind wohl alle drei für gewisse Zwecke nicht hinreichend empfindlich. So bleibt der Anwendung des vorliegenden immer noch ein grosser Spielraum, im allgemeinen dort, wo man sonst das Leslie'sche Differentialthermometer zu benutzen pflegt. Vor diesem bietet es jedoch den Vorteil, dass es empfindlicher und den verschiedenen Versuchen leichter anzupassen ist⁸⁾. Für strahlende Wärme mag es einem guten Thermomultiplikator nachstehen, aber es ist besser, als manche dieser Instrumente, weil sie schlechte Thermosäulen haben. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich jeder ein solches Thermometer leicht selber verfertigen kann.

Über die Volumeinheit der Molekular-Gewichte.

Ein Vortrag gehalten in der ungarischen Akademie der Wissenschaften in Budapest.

Von

Dr. Karl Than, Universitätsprofessor.

Im Auszuge mitgeteilt von Dr. Karl Jahn in Kronstadt.

Die trefflichen methodischen Bearbeitungen der Elemente der Chemie von Arendt und Wilbrand finden immer grössere Beachtung und haben dem didaktischen Wert der Chemie die vollste Anerkennung verschafft. Umsomehr vermisst man eine richtig-methodische Bearbeitung des theoretischen Teiles der Chemie, d. i. die Ableitung ihrer Grundgesetze in induktiver, von Hypothesen und schwerfälligen Begriffen befreiten Weise. Es wird allenthalben mit kleineren und grösseren Abweichungen der Weg eingehalten, den A. W. Hofmann in seiner klassischen „Einleitung in die moderne Chemie“ festgestellt hat. Dieser ist aber in der gegebenen Weise für Mittelschulen zu weitläufig, in der hypothetischen Formulierung des Gesetzes von Avogadro, und in der Wahl der Einheit der Gasvolumengewichte zu schwer fasslich. Eine viel praktischere Einheit ist schon vor mehreren Jahren von Prof. THAN gewählt und in seinen Vorlesungen gebraucht worden. Kürzlich hat er

⁶⁾ Pogg. Ann. Bd. 111, S. 122.

⁷⁾ Vergl. diese Zeitschrift, Jahrg. I, S. 23; Jahrg. II, S. 245.

⁸⁾ Ein sehr empfindliches Vorlesungsthermometer, das sich aber nur für wenige Versuche eignet, beschrieb ich 1886 in den Mitteilungen des naturwiss. Vereins für Neuvorpommern und Rügen.

seinen ganzen methodischen Gang — der es verdient, auch in weiteren Kreisen bekannt zu werden — veröffentlicht¹⁾. Als Einheit der aufeinander wirkenden Gewichtsmengen (Molekular-Gewichte) wird allgemein die kleinste in Verbindungen vorkommende Gewichtsmenge (Atomgewicht) Wasserstoff gewählt. Nun wird die Relation, welche zwischen den aufeinander wirkenden Gewichtsmengen und den Gasvolumina besteht, am einfachsten ausgedrückt, indem wir als Volumeinheit dieser Gewichtsmengen dasjenige Volum einer einfachen Verbindung von Wasserstoff wählen, in welchem — mit den gleichen Volumina anderer Gase verglichen — die kleinste Gewichtsmenge Wasserstoff vorkommt. Solche Verbindungen sind: Salzsäure, Bromwasserstoffsäure, Blausäure etc. Die am genauesten bestimmbaren Werte giebt die Salzsäure. Gewichtseinheit ist das Gramm. Die gesuchte Volumeinheit ist demnach: Das Volumen Salzsäure, in welchem ein Gramm Wasserstoff enthalten ist. Die sorgfältigen Bestimmungen ergaben für diese Volumeinheit 22,33 l (36,4 g Salzsäure bei 0 und 760 mm Druck). Das Gewicht dieser Volumeinheit jedweden gasförmigen Elementes oder Verbindung giebt sofort ihr Molekulargewicht (Verbindungsgewicht).

Auf Grund dieser Volumeinheit ist nun der durch Prof. C. THAN eingeschlagene Weg zur Ableitung der Grundgesetze kurz folgender:

1. Das Gesetz der constanten Gewichtsverhältnisse. (PROUST.) Durch ein Experiment wird bewiesen, dass aus 22,33 cl = 36,4 cg Salzsäure, 11,165 cl = 1 cg Wasserstoff gewonnen werden können. Somit ist die Einheit festgestellt. Nun folgen die volumetrischen Analysen anderer Gase, und es werden einfach die Werte auf obige Einheit bezogen und tabellarisch zusammengestellt. Ferner wird durch Synthesen mit verhältnismässig verschiedenen Mengen Chlor und Wasserstoff gezeigt, dass deren Verbindung immer in constanten Verhältnissen erfolgt. Daraus ergiebt sich der Satz:

In einundderselben Verbindung ist das Gewichtsverhältnis der Bestandteile immer dasselbe.

$$I.) \dots \dots \dots \frac{A}{A_1} = Const.,$$

wenn wir mit A und A_1 die relativen Gewichtsmengen bezeichnen.

2. Das Gesetz der multiplen Proportionen. (DALTON.) Nach kurzer Erörterung der organischen Elementar-Analyse können wir leicht in den Besitz zahlreicher Gewichtsverhältnisse gelangen, und stellen uns mit den früher gewonnenen Zahlen folgende Tabelle zusammen:

Name der Verbindung.	Gewicht von 22,33 l	H	O	N	C	Cl	
Salzsäure	36,4	1	—	—	—	35,4	flüchtig
Wasser	18	2	16	—	—	—	
Ammoniak	17	3	—	14	—	—	
Kohlenoxyd	28	—	16	—	12	—	
Kohlendioxyd	44	—	32	—	12	—	
Blausäure	27	1	—	14	12	—	
Essigsäure	60	4	32	—	24	—	
Alkohol	46	6	16	—	24	—	
Äther	74	10	16	—	48	—	
Äthylchlorid	98,8	4	—	—	24	70,8	nicht flüchtig
Ureum	60	4	16	28	12	—	
Glycerin	92	8	48	—	36	—	
Weinsteinsäure	150	6	96	—	48	—	

¹⁾ Természettudományi Közlöny. Pótfüzetek. Juli 1888. S. 127.

Ein Blick auf die Tabelle genügt, um die Multipla zu erkennen. Die kleinsten Werte jedes Elementes nennen wir Atomgewichte (Teilgewichte). Demnach können wir folgendes Gesetz aussprechen:

Die Bestandteile einer jeden Verbindung sind darin in Multiplen der Atomgewichte (Teilgewichte) enthalten.

Bezeichnen wir mit A A_1 A_2 die relativen Mengen der Bestandteile, mit P P_1 P_2 die Atomgewichte und mit n n_1 n_2 ganze Zahlen, so erhalten wir:

$$\text{II.) } \dots\dots A : A_1 : A_2 \dots\dots = n P : n_1 P_1 : n_2 P_2 \dots\dots$$

Unter Atomgewicht versteht man diejenige Gewichtsmenge eines Bestandteiles, in deren Multiplen derselbe in Verbindungen vorkommt.

3. Das Gesetz der Verbindungsgewichts-Verhältnisse. (RICHTER.) In der Vorlesung werden Titrierungen mit Percentlösungen von Ammoniak, Salzsäure, Essigsäure, Weinsteinsäure vorgenommen. Die abgelesenen Cubikcentimeter geben direkt die in Aktion getretenen Gewichtsmengen. Ein Vergleich dieser mit obiger Tabelle ergibt, dass die in Verbindung getretenen Gewichtsmengen mit dem Gewichte der Volumeinheit oder deren Multiplen übereinstimmen; z. B. 150 ccm Percentweinsteinlösung werden, bei Bildung des sauren weinsteinsäuren Ammoniums, durch 17 ccm und im zweiten Falle, bei Bildung des normalen weinsteinsäuren Ammoniums, durch $2 \times 17 = 34$ ccm Ammoniaklösung gesättigt. Die verbrauchten Cubikcentimeter enthalten in Grammen: 150 g Weinsteinsäure, 17 g Ammoniak und $2 \times 17 = 34$ g Ammoniak, d. i. dieselben Gewichtsmengen wie die Gewichte der Volumeinheit. Diese in Aktion tretenden Gewichtsmengen nennen wir Molekulargewichte (Verbindungsgewichte); sie sind somit die Gewichtsmengen der Verbindungen, nach deren Multiplen die Verbindungen aufeinander einwirken oder gebildet werden. Das Gesetz lautet nun:

Bei jeder chemischen Reaktion sind die aufeinander einwirkenden oder entstehenden Gewichtsmengen der homogenen Körper einfache Multipla ihrer Molekulargewichte.

Wenn Q die relativen Gewichtsmengen und M die Molekulargewichte bedeuten, so kann obiges Gesetz in folgender Form wiedergegeben werden:

$$\text{III.) } \dots\dots Q : Q_1 : Q_2 \dots\dots = n M : n_1 M_1 : n_2 M_2 \dots\dots$$

4. Das Gesetz der Molekulargewichte. (DALTON.) Aus der mitgeteilten Tabelle ist leicht zu ersehen, dass die Summe der Gewichte der Bestandteile das Molekulargewicht ergibt. Folglich gilt der Satz:

Das Molekulargewicht einer Verbindung ist gleich der Summe der in ihr enthaltenen Multiplen der Atomgewichte.

$$\text{IV.) } \dots\dots\dots M = n P + n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots\dots$$

5. Gesetz der in Verbindung tretenden Gasvolumina. (GAY-LUSSAC.) Die Synthesen von Wasser, Salmiak etc. ergeben:

Die bei chemischen Reaktionen auf einander einwirkenden oder entstehenden Gasvolumina sind einfache Multipla von einander.

Werden die Volumina mit V bezeichnet, so haben wir:

$$\text{V.) } \dots\dots\dots V : V_1 : V_2 \dots\dots = n : n_1 : n_2 \dots\dots$$

Die Vergleichung des 3. und 5. Gesetzes zeigt das Bestehen einer einfachen Relation zwischen Gasvolumen und Molekulargewicht und findet ihren Ausdruck im Gay-Lussac-Avogadro'schen Gesetze:

Sämtliche den Molekulargewichten entsprechende Volumina der homogenen Gase sind gleich.

Bezeichnen wir diese Volumina mit $V_{(m)}$, $V_{1(m)}$, so ist:

$$\text{VI.)} \dots \dots \dots V_{(m)} = V_{1(m_1)} = V_{2(m_2)} \dots$$

Wenn wir das Molekulargewicht in Grammen (g) ausdrücken, so ist das entsprechende Gasvolumen $V_{gm} = 22,33$ l.

Da die Molekulargewichte auch die relativen Gewichte gleicher Volumina ausdrücken gerade wie die spezifischen Gewichte, so haben wir — die auf Wasserstoff reducierten spezifischen Gewichte mit S_h bezeichnend:

$$\frac{S_h}{S_{1h}} = \frac{M}{M_1}, \quad M = \frac{M_1}{S_{1h}} \cdot S_h.$$

Bei der Salzsäure ist $M_1 = 36,37$; $S_{1h} = 18,125$; somit $M = 2 S_h$, oder mit obiger Gleichung zusammengefasst:

$$M = n P + n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots = 2 S_h.$$

Diese Gleichung ist der mathematische Ausdruck sämtlicher stöchiometrischen Gesetze und ergibt bei der entsprechenden Substitution gleich die Molekularformel. Sie ist somit sehr geeignet zur Bestimmung der letztern aus den Daten des Versuches.

Aus dem Mitgeteilten tritt der praktische Wert der gewählten Einheit zur Genüge hervor. Der Hauptvorteil dieser Ableitung ist, dass sie frei von allen Hypothesen ist, und dass alle Begriffe auf rein chemischen Grundlagen definiert sind. Wenn wir die Namen Molekül und Atom fortlassen, fällt sogar die Hypothese der getrennten Partikelchen weg. Dies hat dann noch den Vorteil, dass alle Gesetze und Bezeichnungen, wie Teilgewicht und Verbindungsgewicht auch auf zusammengesetzte Bestandteile anwendbar sind.

Über die Anziehung einer homogenen Kugeloberfläche auf einen äusseren Punkt nach dem Newton'schen Gesetze.

Von

Professor Dr. K. Schellbach in Berlin.

Es ist ein entschiedener Mangel, dass in keinem Lehrbuche der elementaren Physik die angedeuteten Gesetze auf eine einfache Weise abgeleitet werden. Die dazu erforderlichen Rechnungen sind aber so einfach, dass sie nur den trigonometrischen Satz erfordern:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 ab \cos \gamma.$$

In der Fig. 1 stellt der Kreis den Durchschnitt der Kugel durch den Mittelpunkt und den Punkt A dar. Die Oberfläche sei gleichförmig mit m Atomen besetzt, welche den Punkt A nach dem Newton'schen Gesetze anziehen. Der Radius der Kugel sei r , und die Entfernung des Punktes A vom Mittelpunkte M gleich a . Aus der Kugelschale denke man sich die sehr schmale Zone CC_1DD_1 ausgeschnitten. Wird der Winkel PMC mit α und PMC_1 mit α_1 bezeichnet, so ist die Oberfläche der Zone gleich $2 \pi r GG_1 = 2 \pi r^2 (\cos \alpha - \cos \alpha_1)$, oder wenn man $\cos \alpha_1 - \cos \alpha = \Delta \cos \alpha$ setzt, gleich $- 2 \pi r^2 \Delta \cos \alpha$.

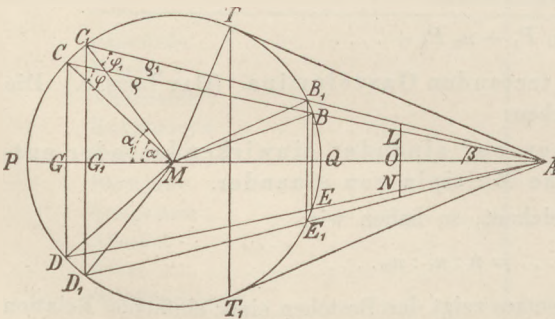


Fig. 1.

Der Radius der Kugel sei r , und die Entfernung des Punktes A vom Mittelpunkte M gleich a . Aus der Kugelschale denke man sich die sehr schmale Zone CC_1DD_1 ausgeschnitten. Wird der Winkel PMC mit α und PMC_1 mit α_1 bezeichnet, so ist die Oberfläche der Zone gleich $2 \pi r GG_1 = 2 \pi r^2 (\cos \alpha - \cos \alpha_1)$, oder wenn man $\cos \alpha_1 - \cos \alpha = \Delta \cos \alpha$ setzt, gleich $- 2 \pi r^2 \Delta \cos \alpha$.

Da nun die ganze Kugelfläche m Atome enthält, so enthält die Flächeneinheit $m/4\pi r^2$, also liegen auf der Zone:

$$- \frac{m}{2} \Delta \cos \alpha$$

Atome. Zieht ein einzelnes Atom C den Punkt A in der Einheit der Entfernung mit der Kraft κ an, so ist seine Anziehungskraft in der Entfernung $CA = \rho$ nur noch κ/ρ^2 , also die Anziehungskraft aller Atome $-\kappa m/2\rho^2 \cdot \Delta \cos \alpha$.

Wird diese Kraft mit AL bezeichnet und der Winkel MAL mit β , so ist die nach M gerichtete Componente dieser Kraft AO gleich:

$$1) \dots \dots \dots -\frac{\kappa m}{2\rho^2} \cos \beta \Delta \cos \alpha = R.$$

Diese Kraft allein wirkt auf A , da sich die auf AM senkrechten Componenten sämtlich aufheben. Nun lässt sich aber die erhaltene Formel auf eine merkwürdige Weise vereinfachen. Man hat aus dem Dreieck AMC die beiden Gleichungen:

$$\begin{aligned} \rho^2 &= a^2 + r^2 + 2ar \cos \alpha, \\ \rho_1^2 &= a^2 + r^2 + 2ar \cos \alpha_1, \end{aligned}$$

also:

$$\rho_1^2 - \rho^2 = 2ar \Delta \cos \alpha = (\rho_1 + \rho)(\rho_1 - \rho) = (\rho_1 + \rho) \Delta \rho,$$

oder:

$$2) \dots \dots \dots ar \Delta \cos \alpha = \rho \Delta \rho.$$

Bezeichnet man den Winkel MCA mit φ , so ist aus dem Dreieck AMC :

$$2r \cos \varphi = \frac{r^2 + \rho^2 - a^2}{\rho} = \rho - \frac{a^2 - r^2}{\rho},$$

ferner:

$$2r \cos \varphi_1 = \rho_1 - \frac{a^2 - r^2}{\rho_1},$$

also:

$$\begin{aligned} 2r \Delta \cos \varphi &= \Delta \rho - \frac{a^2 - r^2}{\rho_1} + \frac{a^2 - r^2}{\rho} = \Delta \rho + (a^2 - r^2) \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1} \right) \\ &= \Delta \rho + (a^2 - r^2) \frac{\Delta \rho}{\rho^2} = \Delta \rho \frac{(\rho^2 + a^2 - r^2)}{\rho^2}. \end{aligned}$$

Aber $\rho^2 + a^2 - r^2 = 2a\rho \cos \beta$, daher ist:

$$3) \dots \dots \dots \alpha \cos \beta \Delta \rho = \rho \Delta \cos \varphi.$$

Das Produkt der beiden Gleichungen 2) und 3) giebt:

$$a^2 \cos \beta \Delta \cos \alpha = \rho^2 \Delta \cos \varphi.$$

Hiermit nimmt 1) den Wert an:

$$4) \dots \dots R = -\frac{\kappa m}{2a^2} \Delta \cos \varphi = \frac{\kappa m}{2a^2} (\cos \varphi - \cos \varphi_1).$$

Bezeichnet man der Kürze wegen $\kappa m/2a^2$ mit c , und lässt das Zeichen \cos weg, so wird:

$$\begin{aligned} R &= c(\varphi - \varphi_1) \\ R_1 &= c(\varphi_1 - \varphi_2) \\ R_2 &= c(\varphi_2 - \varphi_3) \\ &\dots \dots \dots \\ R_n &= c(\varphi_{n-1} - \varphi_n). \end{aligned}$$

Die Summe dieser Gleichungen liefert:

$$\Sigma R = c(\varphi - \varphi_n),$$

oder:

$$5) \dots \dots \dots \Sigma R = \frac{\kappa m}{2a^2} (\cos \varphi - \cos \varphi_n).$$

Mit dieser Formel lässt sich also die Anziehung berechnen, welche irgend eine Calotte CPD auf den Punkt A ausübt.

Wir wollen zunächst die Tangente AT an die Kugel ziehen, und durch die senkrechte Ebene TT_1 die Kugelschale in zwei Calotten TPT_1 und TQT_1 teilen. In der ersten Calotte nehmen die Winkel φ die Werte an von 0 bis $\pi/2$, also $\varphi = 0$ und $\varphi_n = \pi/2$, daher wird:

$$\Sigma R = \frac{\alpha m}{2a^2}.$$

Um die Anziehung zu berechnen, welche die Calotte TQT_1 auf A ausübt, hat man sich offenbar vorzustellen, dass die Winkel φ von $\pi/2$ bis π wachsen; also ist für φ zu setzen $\pi/2$, und π für φ_n . Die Stärke der Anziehung der Calotte TQT_1 ist also auch:

$$R = \frac{\alpha m}{2a^2}.$$

Beide Calotten zusammen ziehen also einen ausserhalb liegenden Punkt mit der Kraft an:

$$R = \frac{\alpha m}{a^2},$$

daher ebenso stark, als wenn alle Atome im Mittelpunkte der Kugel vereinigt wirkten. Es zieht hiernach der von A aus sichtbare Teil der Kugel den Punkt A ebenso stark an, als der unsichtbare.

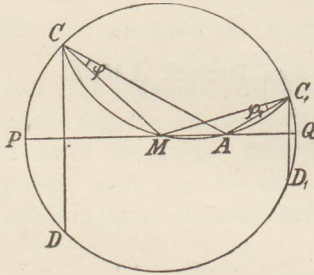


Fig. 2.

Liegt der angezogene Punkt A innerhalb der Kugel (Fig. 2), so bleibt die Formel für die Stärke der Anziehung einer Zone ganz ungeändert. Beschreibt man um das Dreieck AMC einen Kreis $CMAC_1$, so sind die Winkel ACM und AC_1M einander gleich, also $\varphi = \varphi_n$, daher wird $R = 0$ und die Zone CDD_1C_1 zieht den Punkt A gar nicht an. Ist der Kreis, der durch A und M gelegt ist, unendlich gross, so fallen die Punkte C auf P und C_1 auf Q , daher wird ein Punkt innerhalb der Kugel gar nicht angezogen.

Hieran lassen sich nun die bekannten Betrachtungen über die Wirkungsweise einer Kugel, die aus verschiedenen homogenen concentrischen Schichten besteht, anknüpfen.

Es kam mir bei dieser Mitteilung hauptsächlich nur darauf an, zu zeigen, wie sich die algebraischen Rechnungen vereinfachen lassen.

Das Minimum der Ablenkung beim Prisma.

Von

M. Koppe in Berlin.

Einen anschaulichen Beweis für das Minimum der Ablenkung des symmetrischen Strahles glaubt W. HESS (*Wiedemann's Annalen 1889 Bd. 36, S. 264–269*) auf folgenden Satz gründen zu können: „Die beiden äusseren Teile eines unter zweimaliger Brechung das Prisma durchdringenden Strahles haben gleiche Abstände vom Schnittpunkt der Einfallslotte.“ Leider enthält jener Beweis einen Schlussfehler, der sich schwerlich beseitigen lässt. Es wird ausser dem Winkel, der die Ablenkung eines beliebigen Strahles misst, noch ein Hilfswinkel konstruiert, und gezeigt, dass jener erste Winkel im allgemeinen grösser ist als der Hilfswinkel, für den symmetrischen Durchgang aber mit ihm zusammenfällt. Hieraus würde das Minimum der Ablenkung folgen, wenn der Hilfswinkel constant wäre, was nicht der Fall. Die Unmöglichkeit eines derartigen Beweises geht schon daraus hervor, dass der angewandte Satz unabhängig ist von der Grösse des Brechungsexponenten, also auch noch für solche Strahlen giltig bliebe, bei denen der Brechungsexponent mit der Gestalt des abgeschnittenen Dreiecks variierte. Nähme man ihn für denjenigen Strahl, der ein gleichschenkliges Dreieck abschneidet, recht gross an, und liesse ihn für benachbarte schnell auf 1 sinken, so würde dem symmetrischen Strahl ein Maximum der Ablenkung (statt eines Minimums) gesichert.

Der Satz von Hess lässt sich in etwas bestimmterer Fassung zu einer einfachen Konstruktion des Strahlenweges benutzen, wobei man von dem mittleren Teile des Strahles ausgeht.

Als Repräsentanten eines Büschels von Parallel-Strahlen kann man immer einen solchen Strahl AB wählen, für welchen der Durchmesser des dem abgeschnittenen Dreieck ABC umschriebenen Kreises eine vorgeschriebene Länge 1 erhält. Die Einfallslotte treffen sich auf der Peripherie dieses Kreises in einem Punkt O , so dass die Gerade OC ein Durchmesser wird. Es seien α_1 und β_1 die Winkel des Strahles XAB , α_2 und β_2 die Winkel des Strahles YBA mit den Einfallslotten. Dann ist das von O auf XA gefällte Lot gleich:

$$OA \cdot \sin \alpha_1 = (OC \cdot \sin \beta_2) \sin \alpha_1 = \sin \alpha_1 \sin \beta_2 = n \sin \beta_1 \sin \beta_2.$$

Die Symmetrie dieses Ausdrucks zeigt, dass er auch das von O auf YB gefällte Lot darstellt, so dass die äusseren Teile des Strahlenweges einen um O zu schlagenden Kreis berühren. Hätte nun der Brechungsexponent den Wert 1, so wäre der Strahl AB nach links und rechts geradlinig fortzusetzen, die erwähnten Lote, deren Wert nun $\sin \beta_1 \sin \beta_2$

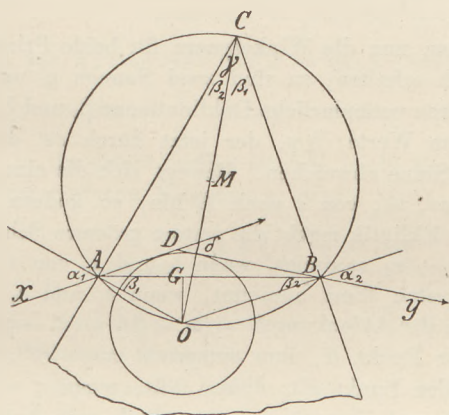


Fig. 1.

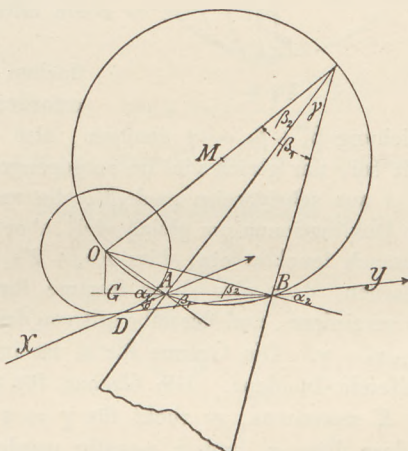


Fig. 2.

wäre, gingen in die auf AB von O aus zu fallende Senkrechte OG über. In dem allgemeinen Falle ist also der Radius des Kreises um O gleich $n \cdot OG$. Man kann daher diesen Kreis leicht construieren, und erhält dann die Fortsetzungen des Strahles AB , indem man von A und B aus Tangenten zieht. Um in einer Figur viele Strahlenwege zu vereinigen, kann man den mittleren Teil des Strahles AB , der ja die constante Länge $1/\sin \gamma$ hat, festhalten, und das Prisma drehend verschieben, so dass die Schenkel des brechenden Winkels γ stets durch A und B gehen. Der Scheitelpunkt C beschreibt dann den oberen Bogen AB des festen Kreises und giebt durch Drehung des Durchmessers CO dem Punkte O seine bestimmte, nicht auf den unteren Bogen beschränkte Lage. Eine derartige Konstruktion lässt auch erkennen, wie die möglichen Arten der Strahlendurchgänge von der Grösse des brechenden Winkels γ abhängen. Ist ϵ der Grenzwinkel der totalen Reflexion ($\sin \epsilon = 1/n$), so kann für $\gamma = 2\epsilon$ nur der symmetrische Strahl das Prisma durchdringen, für $2\epsilon > \gamma > \epsilon$ liegen AX und BY immer auf derselben Seite der nach beiden Richtungen ins Unendliche verlängerten Linie AB , was der gewöhnlichen Darstellung des prismatischen Strahlenganges entspricht (Fig. 1), für $\gamma < \epsilon$ kann der Strahlenweg sich soweit von dem symmetrischen entfernen, dass die unendliche Gerade AB zwischen AX und BY hindurchläuft, also das Licht sich durch das Prisma ähnlich wie durch eine planparallele Platte bewegt (Fig. 2).

Diese Verhältnisse lassen sich durch einen astronomischen Vergleich veranschaulichen, der auch das Minimum der Ablenkung erläutert (Fig. 3). Man denke sich am Fixstern-

himmel ausser dem Äquator AQ eine fingierte Ekliptik EK , deren Schiefe $\epsilon = KFQ$ durch die Gleichung $\sin \epsilon = 1/n$ bestimmt sei. Die Punkte A, Q, E, K seien von dem Frühlingspunkte F um je einen Quadranten entfernt. Ist $\alpha = Fs$ die Länge, $\beta = ss'$ die Deklination der Sonne, so ist $\sin \alpha = \sin \beta / \sin \epsilon$ oder $\sin \alpha = n \sin \beta$. Jeder Punkt s der Ekliptik vermittelt also die Vorstellung eines Einfallswinkels α und des zugehörigen Brechungswinkels β . Ändert sich der Ort von s schrittweise, so kann man die jedesmalige Änderung der Deklination als Projektion des auf der Ekliptik gemachten Schrittes auffassen. Für die Grösse dieser Projektion ist der Winkel η zwischen den Richtungen wachsender Länge und wachsender Deklination maassgebend. Dass dieser beständig von $90^\circ - \epsilon$ bis 90° zunimmt, wenn sich s von F nach K bewegt, lässt sich entweder stereometrisch zeigen oder folgt auch aus der Formel $\cos \eta = \sin \epsilon \cdot \cos \vartheta$, in der $\vartheta = Fs'$ die Rektascension von s bezeichnet. Demnach entsprechen gleichen Änderungen der Deklination desto grössere Schritte auf der Ekliptik, je weiter von F entfernt sie erfolgen.

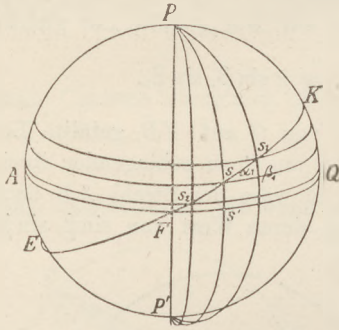


Fig. 3.

Will man nun die Winkelpaare für beide Prismenflächen zugleich erhalten, so sind zwei Sonnen s_1 und s_2 erforderlich, deren veränderliche Deklinationen β_1 und β_2 der Gleichung $\beta_1 + \beta_2 = \gamma$ genügen, also von dem Werte $1/2 \gamma$, der jetzt durch ss' dargestellt sei, um gleich viel im entgegengesetzten Sinne abweichen. Bewegt sich die eine, s_1 , von s aus schrittweise nach K , die andere also, s_2 , von s nach E hin, so ändern sich ihre Deklinationen um gleich viel, aber auf der Ekliptik macht die erstere grössere Schritte. Demnach leuchtet ein, dass $Fs_1 + Fs_2$ oder $\alpha_1 + \alpha_2$ zunimmt, wenn s_1 und s_2 von s sich entfernen, dass also diese Summe ihren kleinsten Wert annimmt, wenn s_1 und s_2 sich in s vereinigen, und dasselbe gilt von dem Werte der Ablenkung $\delta = (\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2) = \alpha_1 + \alpha_2 - \gamma$. Die Grenze für s_1 ist immer der Punkt K , ihm entspricht $\alpha = 90^\circ$, also streifende Incidenz. Die Grenze für s_2 sei der Punkt K' , dieser fällt, wenn $\gamma = 2\epsilon$, mit K zusammen, er rückt für $\gamma = \epsilon$ nach F und liegt für $\gamma < \epsilon$ südlich vom Äquator, so dass dann α_2 und β_2 negativ werden können. — Ist $n < 1$, d. h. der äussere Raum optisch dichter als das Innere des Prisma, so müssen die Einfallswinkel α durch Deklinationen, die Brechungswinkel β durch Längen dargestellt werden, dem symmetrischen Durchgang entspricht dann ein Maximum der Ablenkung.

Es giebt noch eine andere Darstellung des Brechungsgesetzes auf der Kugel. Man denke sich einen Globus, auf dem der Polarkreis vom Pole P den Abstand ϵ habe (Fig. 4).

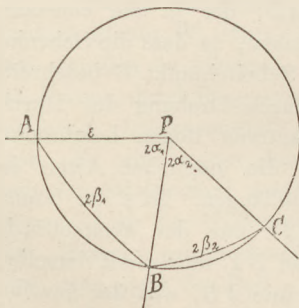


Fig. 4.

Er werde von drei Meridianen, deren mittlerer die Winkel $2\alpha_1$ und $2\alpha_2$ mit den äusseren bilde, in A, B, C getroffen. Dann folgt leicht, dass die Bogen grösster Kreise, welche B mit A und C verbinden, $= 2\beta_1$ und $2\beta_2$ sind, ihre Summe ist also constant $= 2\gamma$. Das Minimum der Ablenkung erfordert, dass auch $2(\alpha_1 + \alpha_2)$ oder der Bogen AC des Polarkreises ein Minimum werde. Es wäre also geometrisch nachzuweisen, dass ein Faden von der Länge 2γ , der zwei dem Polarkreis eingeschriebene sphärische Sehnen (AB, BC) bildet, dann den kleinsten Bogen AC überspannt, wenn die Sehnen gleich sind. Gleichwertig ist der Satz, dass die Länge eines elastischen Fadens, der, in A und C befestigt, durch einen auf dem Kreise beweglichen Stift B gespannt wird, dann am grössten ist, wenn B ihn halbiert. Es scheint aber, dass diese für die Kugelfläche geltenden Sätze viel schwieriger zu beweisen sind als die entsprechenden für die Ebene.

Physikalische Aufgaben.

9. An zwei Punkten A und B einer horizontalen Decke, deren gegenseitiger Abstand a ist, sind zwei Schnüre befestigt. Die erste hat eine Länge l ($l < a$) und trägt am freien Ende einen unendlich kleinen Ring. Die zweite Schnur ist durch diesen Ring gezogen und am freien Ende mit einem Gewichte Q beschwert. Man ermittle die Gleichgewichtseinstellung. (Die Reibung und das Gewicht der Schnüre bleiben unberücksichtigt.)

Auflösung: Bezeichnet in der Figur AXB die gesuchte Gleichgewichtseinstellung, so ist klar, dass in der fortlaufenden Schnur BXC der nach abwärts gerichtete Zug Q durch einen gleich grossen Reaktionszug Q seitens der Befestigung B aufgehoben werden muss. Diese beiden gleichen Kräfte ergeben eine Resultierende, welche bei X angreift und deren Richtung den Winkel BXC halbieren muss $[\beta_1 = \beta]$. Gleichgewicht kann begreiflicherweise nur eintreten, wenn das Schnurstück AX mit dieser Resultierenden zusammenfällt. Es muss also, wenn wir AX bis Y verlängern, $\beta = \beta_1$ sein und wenn $BY \perp AB$ ist, auch $\beta_2 = \beta_1$ (Wechselwinkel), daher $\beta = \beta_1 = \beta_2 = 90^\circ - \alpha$ sein. Um den Winkel α zu berechnen, bemerken wir, dass im Dreiecke AXB :

$$v = 180^\circ - \beta = 90^\circ + \alpha, \quad u = \beta - \alpha = 90^\circ - 2\alpha,$$

und aus $a : l = \sin v : \sin u = \cos \alpha : \cos 2\alpha$ folgt:

$$\cos 2\alpha = \frac{l}{a} \cdot \cos \alpha, \quad 2 \cos^2 \alpha - 1 = \frac{l}{a} \cdot \cos \alpha, \quad \cos \alpha = \frac{l \pm \sqrt{l^2 + 8a^2}}{4a}.$$

In dieser Formel ist, wie leicht einzusehen, nur das obere Vorzeichen zu gebrauchen. Durch einfache Umformung erhält man:

$$\cos \alpha = \frac{\frac{l}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + a^2 + a^2}}{2a},$$

welche Gleichung sich besser zur Construction des Winkels α eignet.

Man mache $BM = a = BD$, $MN \perp AM$, $MN = l/2$, so ist:

$$AN = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + a^2 + a^2}.$$

Sodann verlängere man AN um $NP = l/2$ und

mache $AZ = AP$ ($= l/2 + \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + a^2 + a^2}$), dann ist im rechtwinkligen Dreiecke AZD :

$$\cos \alpha = \frac{AZ}{AD} = \frac{\frac{l}{2} + \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + a^2 + a^2}}{2a}.$$

Es ist demnach AZ die gesuchte Einstellung der ersten Schnur. Macht man noch auf $AZ \dots AX = l$, so erhält man auch die Gleichgewichtseinstellung des Ringes.

Die Länge des Schnurstückes BX ist gleich $BY = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$.

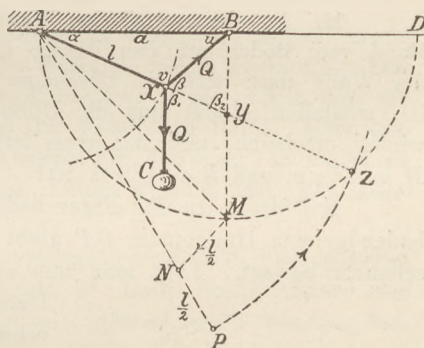
Ferner ergibt sich:

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{4a^2 - l[l + \sqrt{l^2 + 8a^2}]}{4a^2 + l[l + \sqrt{l^2 + 8a^2}]}} \quad BX = a \cdot \sqrt{\frac{4a^2 - l[l + \sqrt{l^2 + 8a^2}]}{4a^2 + l[l + \sqrt{l^2 + 8a^2}]}}.$$

Die Grenzwerte des Winkels α ergeben sich für die Annahmen:

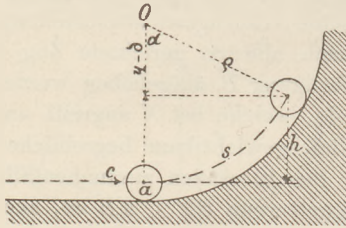
- 1) $l = a$: $\cos \alpha_1 = 1, \quad \alpha_1 = 0;$
- 2) $l = 0$: $\operatorname{tg} \alpha_2 = 1, \quad \alpha_2 = 45^\circ.$

10. Eine Kugel vom Radius $r = 5$ cm rollt auf einer horizontalen Ebene, an welche sich tangential eine kreisylindrische Fläche anschliesst. Wie lang ist die gekrümmte Bahn, welche der Schwerpunkt der Kugel (beim Aufsteigen) beschreibt, wenn



die Geschwindigkeit der Kugel am Fusse der Cylinderfläche $c = 3$ m und der Radius der letztgenannten Fläche $R = 1$ m ist? (Die Reibung und der Einfluss des Rollens sind nicht zu berücksichtigen.)

Auflösung: In der Figur bedeutet a die Stellung des Kugelmittelpunktes zu Beginn der ansteigenden kreisförmigen Bewegung, b die höchste Lage (Umkehrpunkt) des Kugelcentrums. Die lebendige Kraft der Kugel (deren Gewicht G sei) ist im Punkte a :



$$L = \frac{Gc^2}{2g}.$$

Im Punkte b ist die Geschwindigkeit $= 0$, die gesamte lebendige Kraft ist umgewandelt in Energie der Lage vom Betrage $E = G \cdot h$, daher:

$$G \cdot h = \frac{Gc^2}{2g}, \quad h = \frac{c^2}{2g}.$$

Bezeichnet man $Oa = Ob = (R - r)$ mit ρ , so ist:

$$\cos \alpha = \frac{\rho - h}{\rho} = \frac{2g\rho - c^2}{2g\rho},$$

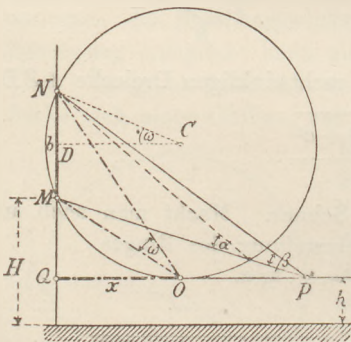
woraus sich α und dadurch auch die Länge des Bogens \widehat{ab} ergibt.

Für $g = 9,81$ und für die obigen Angaben erhält man:

$$\alpha = 58^\circ 51' 36'', \quad \text{arc } \widehat{ab} = s = 0,9759 \dots \text{m}.$$

11. An einer vertikalen Wand hängt ein Gemälde von der Höhe b , dessen unterer Rand vom Boden um den Betrag H absteht. In welcher horizontalen Entfernung von der Wand muss sich ein Beschauer, dessen Augenhöhe über dem horizontalen Boden h ist, aufstellen, damit ihm die Höhe des Bildes unter einem möglichst grossen Gesichtswinkel erscheine, und wie gross ist dieser maximale Gesichtswinkel, wenn $b = 2\frac{1}{2}$ m, $H = 3\frac{2}{3}$ m und $h = 1\frac{2}{3}$ m ist?

Auflösung: In der Figur bedeutet MN das Bild. Die im Abstände h vom Fussboden gelegte Horizontale QP giebt die Linie an, längs welcher sich das Auge des Beschauers bewegt. Legt man nun einen Kreis, welcher durch M und N geht und die Gerade QP berührt, so lässt sich zeigen, dass dem erhaltenen Berührungspunkte O der maximale Gesichtswinkel (ω) entspricht.



Denn nimmt man eine beliebige andere Aufstellung (z. B. P) des Auges an, so ist $\omega = \alpha$, und als Aussenwinkel $\alpha > \beta$, folglich $\omega > \beta$. Dasselbe würden wir für einen links von O liegenden Aufstellungspunkt erhalten. Der Punkt O ergibt also wirklich den grösstmöglichen Gesichtswinkel.

Für die Strecke $OQ = x$ erhalten wir:

$$x = \sqrt{QM \cdot QN} = \sqrt{(H-h) \cdot (H-h+b)}.$$

Um ω zu bestimmen, fällt man vom Kreismittelpunkte C die Senkrechte CD auf MN , so ist $\angle NCD = \omega$ und $\text{tg } \omega = ND/CD = b/2x$.

In unserem Falle ist $x = 3$ m, $\text{tg } \omega = \frac{5}{12}$, $\omega = 22^\circ 37' 12''$.

Zu bemerken ist noch, dass die konstruktive Ermittlung des Aufstellungspunktes O durch den berührenden Kreis dieselbe bleibt, auch wenn die Gerade, längs deren sich das Auge bewegt, nicht horizontal ist.

12. An der tiefsten Stelle des Starnberger-(Würm-)Sees wurde eine oben geschlossene, am unteren, offenen Ende genügend beschwerte, genau cylindrische Glasröhre von der

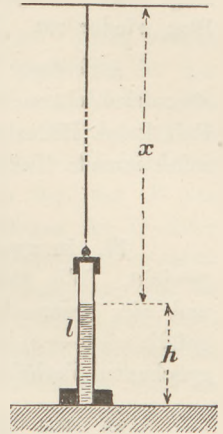
Länge $l = 1000$ mm in lotrechter Stellung bis auf den Grund versenkt. Sodann wurde die Röhre herausgezogen und an der Benetzung der inneren Röhrenwand constatirt, dass das Wasser bis zu einer Höhe $h = 924,8$ mm eingedrungen war. Wie gross ist die Seetiefe an dieser Stelle, wenn der Barometerstand an der Oberfläche des Sees $b = 717$ mm betrug und das Quecksilber $n (= 13,5)$ mal so dicht als das Seewasser ist? (Vgl. W. Budde „Physik. Aufgaben“ No. 299.)

Auflösung: Die x mm hohe Wassersäule lässt sich durch eine Quecksilbersäule von x/n mm Höhe ersetzen. Es verhalten sich daher die an der Oberfläche und am Grunde des Sees herrschenden Drucke wie $b : (b + x/n)$ und die entsprechenden Luftvolumina wegen des gleichbleibenden Röhrenquerschnittes wie $l : (l - h)$. Nach dem Mariotte'schen Gesetze ist also:

$$b : \left(b + \frac{x}{n}\right) = (l - h) : l, \quad \text{oder:} \quad b : \frac{x}{n} = (l - h) : h$$

und:

$$x = \frac{hbn}{l-h}$$



Für das angegebene Beispiel wird $x = 119,037$ m. Addiert man hierzu $h = 0,925$ m, so ergibt sich die Seetiefe $t = 119,962$, oder ca. 120 m. *H. Hartl, Reichenberg.*

Denkaufgaben.

13. Um die Ausdehnung eines festen Körpers durch die Wärme zu zeigen, macht man den Versuch, dass eine Kugel, welche im kalten Zustande durch einen Ring hindurchpasst, auf demselben liegen bleibt, wenn die Kugel erwärmt wird. Lässt man die erwärmte Kugel einige Zeit liegen, so fällt sie infolge der Abkühlung durch. Hält man nun die Kugel kurze Zeit in freier Luft und legt sie wieder auf den Ring, so bleibt sie wieder liegen, ohne vorher von neuem erwärmt zu sein. Dieser Versuch lässt sich mehrmals wiederholen. Wie ist er zu erklären?

Erklärung: Der kalte Ring leitet die Wärme vorwiegend an dem Berührungskreise mit der Kugel von dieser ab. Dadurch wird die Kugel an dieser Stelle kleiner und nimmt die ungefähre Form eines verlängerten Ellipsoids an, welches durch den Ring hindurchpasst. Hält man dann die Kugel in freier Luft, so gleicht sich der Wärmezustand wieder aus, wodurch die Kugelform wieder hergestellt wird. Diese Kugel ist noch wärmer als der Ring und bleibt demnach auf dem Ringe liegen. Der Versuch lässt sich so lange wiederholen, bis Ring und Kugel denselben Wärmegrad erlangt haben.

14. Wenn man einer Thermometerkugel eine Wärmequelle (z. B. eine Flamme) plötzlich nähert, so fällt zuerst das Thermometer um mehrere Grade und fängt erst dann zu steigen an. Ist das Fallen eine Folge davon, dass durch die Wärme die stets vorhandene Feuchtigkeitshülle der Thermometerkugel verdunstet, oder was ist die Ursache?

Aedeutung: Vergrößerung der Thermometerkugel durch Ausdehnung der Glaswand.

E. Grimsehl, Hamburg.

15. Körper, wie Glas, Kautschuk, Harz, Siegellack, Stearinkerzen, Gansfedern, Seidenzeug u. s. w., welche durch Reiben in gewöhnlicher Weise elektrisch gemacht worden sind, ziehen eine Magnetnadel (Deklinations- oder Inklinationsnadel) an und halten sie nach der Anziehung fest. Warum? — Dass hierdurch auch der elektrische Zustand eines an Harz oder Glas geriebenen Seidenzeuges leicht erkannt werden kann, mag als Ergänzung zu dem vom Herrn E. SCHULZE angeführten Schulversuche (*d. Ztschr. II, S. 300*) über den Nachweis der Elektrizität des Reibzeuges nebenbei bemerkt werden.

H. Januschke, Troppau.

16. Blut erscheint in auffallendem Lichte rot gefärbt; bringt man aber die Blutkörperchen in Lösung (durch Gefrierenlassen des Blutes oder Zusatz von Äthyläther), so zeigt die Flüssigkeit eine schwarze Farbe. Setzt man etwas Milch hinzu, so wird das Blut wieder rot. Wie ist der Farbenwechsel zu erklären?

Andeutung: Im ersten Fall Reflexion des Lichtes von den nicht undurchsichtigen, aber das Licht viel stärker als die Flüssigkeit brechenden roten Blutkörperchen; im zweiten Fall keine Reflexion, da feste Teilchen fehlen. Durch Milch werden der Lösung wieder reflektierende Teilchen zugeführt.

N. Zuntz, Berlin.

17. In zwei communicierenden Röhren stehen Quecksilber und Wasser im Gleichgewicht. Wie ändert sich das Niveau, wenn eine Säule Quecksilber von 1 cm Länge, und wie, wenn eine Säule Wasser von 1 cm Länge in den entsprechenden Schenkel nachgefüllt wird — a) bei gleich weiten Schenkeln, b) bei Schenkeln, deren Querschnitte in einem gegebenen Verhältnis stehen?

18. Bei Edisons neuem Phonographen wird der Schall auf mehrere Schläuche verteilt, um einer Anzahl Personen gleichzeitig das Hören zu ermöglichen. Nach Analogie der Schallausbreitung in der Luft könnte man erwarten, dass es keinen Unterschied in der Schallstärke macht, ob der Schall durch einen oder durch beliebig viele Schläuche abgeleitet wird. Warum ist diese Erwartung unberechtigt?

P.

19. Die Schenkel einer gläsernen U-Röhre seien bei 20° C. bis zu einer Höhe von 100 cm mit Öl gefüllt, der Querschnitt sei = 1 qcm. Ein Hahn gestatte, die Communication zwischen beiden Schenkeln zu unterbrechen. Erwärmt man bei geschlossenem Hahn den einen Schenkel, indem man durch ein ihn umgebendes Mantelrohr Wasserdampf leitet, so steigt in ihm die Flüssigkeit, weil die kubische Ausdehnung des Glases geringer ist als die Ausdehnung des Öles. Wird der Hahn geöffnet, so findet noch einmal ein geringes Steigen statt, wobei die Flüssigkeit im anderen Schenkel fällt und das aus diesem übertretende Öl auf 100° erwärmt wird. — Woher rührt dieses? Auf welche Höhe stellt sich schliesslich die Flüssigkeit in beiden Schenkeln ein? Wie verlief der Versuch, wenn man die Erwärmung unterbräche, sobald nur das Glas der Röhre die Temperatur von 100° angenommen hätte, während das Öl noch auf der Anfangstemperatur verharrete? Wie aber, wenn statt dieser Annahme die andere zulässig wäre, dass sich das Glas der Röhre nicht ausdehnte?

Antwort: Ist der Ausdehnungs-Coefficient des Öles für 100° gleich $a = \frac{1}{12}$, so dehnt sich Öl, welches bei 20° ein Volumen von $(1 + \frac{1}{5}a)$ ccm hat, bei 100° auf $(1 + a)$ ccm aus, der von einer bestimmten Masse eingenommene Raum wird also b mal vergrössert, wo $b = (1 + a) / (1 + \frac{1}{5}a) = 1 \frac{4}{61}$. Daraus folgt, dass ein Volumen kalten Öles b mal soviel wiegt als dasselbe Volumen warmen Öles, in communicierenden Röhren muss daher die Flüssigkeitssäule des warmen Schenkels b mal höher sein als die des kalten. Somit hat man die Gleichung $bx = y$, wo x die Höhe der kalten, y die der warmen Säule bezeichnet. Eine zweite Gleichung ergibt sich, wenn man das ursprüngliche Volumen des Öles, welches = 200 ccm war, aus dem Endzustand berechnet. Das Volumen des kalten Öles ist dann = x ccm; um das des warmen Öles zu finden, ist zu beachten, dass für die Vergrößerung des Querschnittes der erwärmten Röhre der quadratische Ausdehnungscoefficient des Glases massgebend ist, dieser ist = 2α , wenn $\alpha = \frac{1}{1000}$ der lineare Ausdehnungscoefficient ist. Das Volumen des warmen Öles ist daher = $y(1 + 1,6\alpha)$, bei Abkühlung auf 20° zöge sich dieses auf den b ten Teil zusammen, so dass man erhält:

$$x + \frac{1 + 1,6\alpha}{b} y = 200.$$

Aus dieser und der ersten Gleichung folgt:

$$x = 100(1 - 0,8\alpha) = 99,9 \text{ cm}, \quad y = b \cdot 100(1 - 0,8\alpha) = 106,7 \text{ cm}.$$

Die obige Aufgabe wird das Verständnis des Versuches unterstützen, durch welchen DULONG und später REGNAULT die Ausdehnung des Quecksilbers unabhängig von der Ausdehnung des Gefässes bestimmten. Nach SPRUNG lässt sich mittelst der angewandten Vorrichtung auch das Zustandekommen einer Luftcirculation in Folge lokaler Erwärmung und die damit verbundene Anordnung der Isobaren erklären. Taucht man nämlich die Schenkel eines Hebers in die beiden communicierenden Röhren, so beginnt in ihm das Öl vom warmen zum kalten Schenkel zu fliessen, zugleich wird durch den Bogen der U-Röhre kaltes Öl in den warmen Schenkel angesaugt und dort durch den Wasserdampf erwärmt.

Verbindet man — nach Art von galvanischen oder Thermo-Elementen, die auf Spannung geschaltet sind — mehrere U-Röhren der obigen Art der Reihe nach durch Heber, die immer aus dem erwärmten Schenkel der einen in den kalten der nächsten führen, so wird der Niveauunterschied der äussersten Schenkel proportional der Zahl der Elemente wachsen. Stellt man noch durch ein enges, ziemlich langes Heberrohr (oder durch eine Anzahl paralleler Rohre) eine Communication zwischen den äussersten Schenkeln her, so entsteht eine stationäre Strömung, deren zahlreiche Analogieen mit dem galvanischen Strom aufgesucht werden können.

M. Koppe, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Der Kryophor beim Unterricht.

Von **W. Saltzmann** in Neu-Euppin.

Der Kryophor, welcher gewöhnlich zum Nachweise der beim Verdunsten des Wassers verbrauchten Wärme benutzt wird, kann auch zur Demonstration anderer in das Gebiet der Wärmelehre gehöriger Erscheinungen dienen. Zunächst zeigt derselbe regelmässig die Erscheinung des überkälten Wassers; ferner zeigt er sehr deutlich, dass das auf 0° und unter 0° abgekühlte Wasser oben schwimmt, also leichter ist. Es bildet sich nämlich an der das Wasser enthaltenden Kugel zuerst ein äusserer Eisring und zwar anfangs nur in der Höhe des Wasserniveaus in der Kugel. Derselbe verschwindet beim Schütteln des Kryophors wieder, weil dann die obere kalte Schichten des Wassers sich mit den unteren mischen. Durch in Pausen wiederholtes Schütteln erreicht man, dass die niedrigere Temperatur tiefer in das Wasser eindringt, ehe Gefrieren eintritt. Man erkennt dies daran, dass der äussere Eisring immer breiter wird. Dass sich überhaupt an der äusseren Oberfläche des Glases Eis bildet, welches doch durch einen schlechten Leiter von der kalten Flüssigkeit getrennt und den Angriffen der hohen Zimmertemperatur ausgesetzt ist, ist ein Beweis dafür, dass die Temperatur des Wassers in der Höhe des Eisrings weit unter 0° abgekühlt sein muss. Erst nach längerer Zeit tritt dann bei abermaligem Schütteln die plötzliche Erstarrung des überkälten Wassers ein. Dabei lässt sich wieder ein anderer Satz leicht beobachten, dass nämlich beim Erstarren Wärme frei wird und die Temperatur der ganzen Masse auf 0° steigt. Denn sobald die Erstarrung eintritt, schmilzt der äussere Eisbeschlag ab; es liegt dies offenbar daran, dass der innere Körper nur mehr eine Temperatur von 0° hat und daher der Eisbeschlag dem Angriff der äusseren Zimmertemperatur nicht mehr widerstehen kann. — Ich bemerke noch, dass wenn man nach beendeten Versuch das Gefäss mit der Kältemischung (Schnee und Salz) lange genug im warmen Zimmer ruhig stehen lässt und nachher die entstandene Salzsole mit dem Thermometer untersucht, die oberen Schichten derselben eine Temperatur unter Null, die unteren dagegen mehrere Grad über Null zeigen können.

Über den Gebrauch der Tangentenbussole. *)

Von W. Saltzmann in Neu-Ruppin.

Mit den folgenden Zeilen möchte ich darauf hinweisen, wie auch mit einfachen Mitteln beim Unterricht das Ohm'sche Gesetz bewiesen, sowie die elektromotorische Kraft eines *Bunsen*, resp. eines *Daniell* mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden kann. Selbst wenn die Tangentenbussole als billiger Schulapparat an Mängeln leidet, wird man die Ablesungen derselben brauchbar machen, wenn man mit Hilfe eines Commutators bei jeder Ablesung den Strom wechselt und das Mittel aus zwei Ablesungen nimmt. Es ist selbstverständlich, dass man die Zuleitungen zur Bussole hinreichend lang wählt, dieselben um einander wickelt und alles Eisen möglichst fern hält. Verfügt man dann über einen zuverlässigen Stöpselrheostaten (ich habe einen solchen von 1—10 *Ohm* für einen billigen Preis aus dem Institut von EDELMANN in München), so kann man recht wohl durch eine kleine Reihe von Versuchen, mit einem und mit mehreren Elementen angestellt, die Richtigkeit des Ohm'schen Gesetzes nachweisen und auch zugleich angenähert den mittleren Widerstand eines Elementes in *Ohm* finden, so dass für den Schüler dieser innere Widerstand keine ganz unbekannt Grösse bleibt. Die Rechnungen wird man in der nächsten Algebrastunde ausführen. Den Reduktionsfaktor seiner Tangentenbussole wird man auch, wenn es nicht auf zu grosse Genauigkeit ankommt, leicht ermitteln können, wenn man den Strom eines Elementes längere Zeit, wenigstens zwei Stunden durch ein Kupfervoltmeter und zugleich durch die Bussole schickt. Man wird nach der ersten Stunde zweckmässig ein frisches Element nehmen und dafür sorgen, dass die Stromstärke nicht zu gross wird, was man durch den Abstand der Kupferplatten im Voltmeter regulieren kann, weil dann der Strom constanter ist. Da die Constanz doch nie ganz erreicht wird, liest man etwa alle zehn Minuten ab und nimmt an, dass innerhalb dieser zehn Minuten die mittlere Stromstärke zwischen Anfang und Ende geherrscht hat. Die Kupferplatten sind angemessen gross zu wählen, damit die Stromdichte zwischen denselben nicht zu gross wird. Es ist wesentlich, dass man einen cohärenten Niederschlag des Kupfers erzielt. Da der Strom commutiert werden muss wegen der Ablesung an der Bussole, so muss selbstverständlich der Commutator hinter dem Voltmeter geschaltet sein. Die Kupferplatten werden nachher mit reinem Wasser gespült, rasch getrocknet und mit einer einigermaßen empfindlichen Wage gewogen. Ich fand z. B. auf diese Weise aus einem circa zwei-stündigem Versuch für die in einer Stunde durch einen Strom von 45° Ablenkung niederschlagene Kupfermenge einmal 5,49 gr und ein anderes Mal 5,54 gr. Nach dem zweiten Versuch, welcher mir der zuverlässigere erschien, berechnete sich der Reduktionsfaktor meiner Bussole auf 4,69 Ampère.

Um eine Kontrolle seiner Versuche zu haben, kann man den Reduktionsfaktor der Bussole noch nach der Formel:

$$J = \frac{5 R \cdot H}{\pi} \operatorname{tg} \varphi \text{ Ampère}$$

berechnen, worin R den Halbmesser des Rings der Bussole in Centimetern, und H die Stärke des Erdmagnetismus im Centimeter-Grammsystem bedeutet. Für H findet sich für Mitteleuropa eine kleine Tabelle in der *Elektrot. Zeitschr.* 1884, S. 15 von Kohlrausch angegeben. (Vgl. auch *diese Zeitschr.* III, Heft 1, S. 30).

Der Faktor von $\operatorname{tg} \varphi$ oben ist der Reduktionsfaktor; durch eine rohe Messung von R fand ich aus dieser Formel für den Reduktionsfaktor meiner Bussole 4,81 Ampère. Eine solche Rechnung soll nur als Kontrolle dienen und man wird sich an den Faktor halten, wie er sich aus den Versuchen ergeben hat.

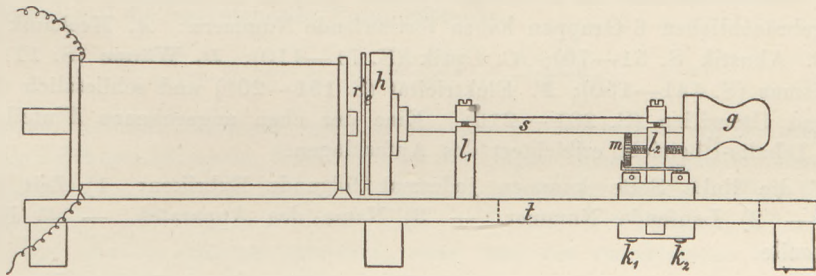
*) Obgleich der Inhalt dieser Mitteilung nichts Unbekanntes bringt, glauben wir doch durch deren Aufnahme manchen unserer Leser einen Dienst zu erweisen.

Mit Hilfe einer so geachten Bussole und des Stöpselrheostaten bestimmte sich die elektromotorische Kraft eines *Bunsen* = 1,8 Volt und das Verhältnis *Bunsen/Daniell* = 1,7, was mit den sonst dafür angegebenen Werten in runder Zahl übereinstimmt. — Es ist bekannt, dass man das letztere Verhältnis auch finden kann, wenn man beide Elemente mit ein und demselben sehr grossen Widerstand schliesst, den Strom durch ein Galvanometer gehen lässt und die Ablenkungen vergleicht.

Apparat zur Demonstration der Wirkungsweise des Telephons.

Von Privatdozent Dr. L. Grunmach in Berlin.

In meiner Arbeit über die elektromagnetische Drehung der Polarisations ebene der strahlenden Wärme (*Wied. Ann.* **14**, 113; 1881) habe ich zur Messung der Intensität des magnetischen Feldes einen Apparat construirt und angewandt, der sich zur Demonstration der Wirkungsweise des Telephons eignet. Er hat, wie aus der beigegebenen Seitenansicht ersichtlich, folgende Einrichtung: Die an dem einem Ende mit dem Griffe *g* versehene Spindel *s* ist durch die beiden Lager *l*₁ und *l*₂ so unterstützt, dass sie in ihrer Längsrichtung nach Überwindung einer geringen Reibung leicht bewegt werden kann; das andere Ende der Spindel trägt eine mit einer cylindrischen Vertiefung versehene Holzplatte *h*,



in welche Eisenplatten *e* von verschiedener Dicke durch den Ring *r* festgeklemmt werden können. Um die Grösse der Verschiebung der Spindel *s* mit ihren Teilen verändern zu können, ist das eine Lager *l*₂ auf dem Tische *t* in einer Nute verschiebbar und kann an jeder Stelle durch die Klemmschrauben *k*₁ und *k*₂ festgeklemmt werden, während die durch den Lagerkörper *l*₂ gehende, mit einer Trommel versehene Mikrometerschraube *m* zur feineren Einstellung der Verschiebungsgrösse der Spindel in ihrer Axenrichtung dient. Gegenüber der Eisenplatte befindet sich eine Spirale, in deren Öffnung ein starker Magnet fest gelagert ist. Verbindet man die Enden der Spirale mit einem Galvanometer, so tritt bei jedem Nähern oder Entfernen der Eisenplatte in der Spirale ein Induktionsstrom auf, dessen Stärke durch die Grösse der Ablenkung der Galvanometernadel gemessen werden kann. Diese Induktionsströme entsprechen den durch die schwingende Membran im Telephon hervorgerufenen Induktionsströmen.

Zur Verwaltung der physikalischen Sammlung.

Von Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Es ist eine anerkannte Thatsache, dass es jungen Lehrern bei dem ersten Unterrichte in der Physik oft grosse Schwierigkeiten macht, die vorgefundenen Apparate in möglichst zweckentsprechender Weise zu verwenden. Treffend hat K. Noack (*diese Zeitschrift* II, S. 50) auf diesen Übelstand hingewiesen. Damit physikalische Experimente mit Sicherheit gelingen, ist es durchaus notwendig, dass der Experimentator die Eigentüm-

lichkeiten, die Fehler und — bei Messapparaten — die Constanten des Instrumentes genau kennt. Bei der Neuanschaffung einzelner Apparate ist die Bestimmung der Constanten etc. leicht; sehr schwierig und zeitraubend dagegen ist es, insbesondere für den angehenden Lehrer, mit einer grösseren Sammlung von Apparaten zu experimentieren, welche er noch nicht in Händen gehabt hat — ganz abgesehen davon, dass der Ungeübte oft Schwierigkeiten bei der Handhabung einzelner Präcisionsapparate finden, oder bei dem „Ausprobieren“ leicht zartere Instrumente verderben kann.

Als bequem für den eigenen Gebrauch und besonders nützlich für einen etwaigen Nachfolger kann ich nun folgende Einrichtung des Inventarbuches empfehlen, die ich bei Übernahme des 1885 durch eine Schenkung gestifteten „Phys. Kab. II“ der St. Annenschule einführte. Auch wo die Apparate von mehreren Unterrichtenden nebeneinander gebraucht werden, hat sich die zu beschreibende Einrichtung als zeitsparend erwiesen, indem sie es gestattet, auch in Abwesenheit des betr. Verwalters, sich jederzeit über die Eigentümlichkeiten oder den brauchbaren Zustand eines Apparates zu vergewissern.

Das Inventarbuch hat das Grossfolio-Format und besteht aus ca. 250 Blatt guten, dicken, holzfreien Papiers. Je zwei nebeneinander stehende Seiten tragen dieselbe Seitenzahl. Die Notizen in bezug auf einen Apparat gehen fortlaufend über beide Seiten. Die letzten 40 Blatt sind unliniert und für Notizen über die Gründung des Kabinetts, Übersicht und Plan der Anschaffungen, Recepte (z. B. für Chromsäure-Lösungen zu galvanischen Elementen, Schellackfirnisse für Condensatorplatten etc.) u. a. bestimmt. — Die Apparate jeder der gebräuchlichen 6 Gruppen haben fortlaufende Nummern: *A.* Mechanik (Seite 1 bis 50); *B.* Akustik (S. 51—70); *C.* Optik (S. 71—110); *D.* Wärme (S. 111—140); *E.* Magnetismus (S. 141—150); *F.* Elektrizität (S. 151—200) und schliesslich *G.* Hilfsapparate und Utensilien (S. 201—210). Eine der eben angegebenen Einteilung entsprechende Inhalts-Übersicht erleichtert das Aufschlagen.

Auf die linke Seite kommen jedesmal folgende Rubriken: 1) Zeit der Anschaffung. — 2) Laufende Nummer. — 3) Name des Apparates. — 4) Preis. — 5) Bezugsquelle.

Auf die rechte Seite kommen: 6) Notizen über Beschaffenheit der Apparate, Constanten u. s. w. — 7) Bemerkungen zur Handhabung der Apparate. — 8) Grad der Brauchbarkeit der Apparate; Vermerk, falls der Apparat zur Reparatur gegeben oder ausgeliehen ist.

In die 6. Rubrik „Notizen“ kommen z. B. bei der Luftpumpe Angaben über die maximale Leistung und die Zahl der dazu nötigen Kolbenzüge bei Anwendung eines bestimmt bezeichneten Rezipienten; bei den Linsen die Hauptbrennweiten, Linsendurchmesser, Krümmungsradien der sphärischen Flächen, Brechungsexponenten; bei den Elektrometern die Stärke des Ausschlags, den ein Zn/C Element mit Hilfe eines Condensators von gegebenem Durchmesser giebt u. s. w. In die 7. Rubrik „Bemerkungen“ wird z. B. bei der Luftpumpe die Stellung des Hahns während der einzelnen Perioden des Auspumpens eingetragen; bei den Linsen die Combinationen zu den verschiedenen optischen Instrumenten mit Angabe der Abstände und der Vergrösserungen; bei den Elektrometern die Vorsichtsmaassregeln während und nach dem Gebrauch. In diese Rubrik werden auch nach Bedarf schematische Zeichnungen eingefügt bzw. eingeklebt, wodurch eine Versuchsanordnung meist kürzer und klarer als in Worten allein angegeben werden kann (so insbesondere bei der Mach'schen optischen Kammer, dem Apparat für Reflexion und Brechung, dem Elektrometer u. a.).

Auf diese Weise wird das Inventarbuch zu einem bequemen Nachschlagebuch, das, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, auch dem derzeitigen Verwalter des Kabinetts selber von Nutzen sein kann, indem es die Vorbereitung der Versuche erleichtert und Zeit erspart.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Das Melde'sche Capillarbarometer. Von C. FISCHER. (*Inaug.-Diss. Marburg 1889*). Dieses bereits in der Zeitschrift (*I, 168; II, 137*) erwähnte Instrument ist vom Verfasser einer genaueren Untersuchung unterzogen worden, die seine Brauchbarkeit für barometrische Messungen ausser Zweifel setzt. Die untersuchten Röhren hatten eine Länge von nahezu 1 m, ihr Durchmesser betrug bez. 0,85, 1,70, 2,06, 2,32 mm. Das eine Ende war, wie Melde bereits angegeben, durch einen mit Wachs eingekitteten kurzen Stahlcylinder verschlossen und überdies mit Siegellack umgeben. Die Kalibrierung der Röhren wurde nach den üblichen Methoden ausgeführt. Bei Feststellung des abgeschlossenen Luftvolums war auch der Einfluss zu berücksichtigen, welcher von der Meniskusgestalt der angrenzenden Quecksilberoberfläche herrührt. Es wurde versucht, die Kuppe des Quecksilbers durch Aufgiessen von verdünntem Sublimat (nach Bunsen) zum Verschwinden zu bringen. Wegen der dabei eintretenden Verunreinigung der Röhren aber wurde einer Berechnung der Vorzug gegeben, welche den Meniskus als Kugelsegment betrachtet und zu einer Correction führt, die mit der nach Bunsen's Methode gefundenen in befriedigender Übereinstimmung steht (sie betrug für die weitesten Röhren 0,31 mm). Für die Messungen wurden Luftvolumina von 150 bez. 250 mm Länge angewendet, die Länge der Quecksilbersäulen betrug 430 bis 470, bez. 350 bis 370 mm. Zum Zweck der Berechnung wurde die bereits früher angegebene Formel auf die nachstehende Form gebracht:

$$B = \frac{v + v_1}{v - v_1} \cdot \frac{h + h_1}{2} + \frac{h - h_1}{2}.$$

Die erhaltenen Resultate stimmten mit den direkten Beobachtungen am Normalbarometer bis auf 1 bis 3 Zehntel Millimeter überein, wenn die längere Quecksilbersäule benutzt wurde; bei der kürzeren waren die Differenzen zum Teil etwas beträchtlicher. Eine Verkürzung der Röhren erwies sich als unvorteilhaft, doch kann man mit kürzeren Röhren dieselbe Empfindlichkeit wie bei längeren erreichen, wenn man das verschlossene Ende zu einem kugelförmigen Hohlraum erweitert. Temperaturänderungen waren, wie die Betrachtung der Formel unmittelbar zeigt, ohne Einfluss.

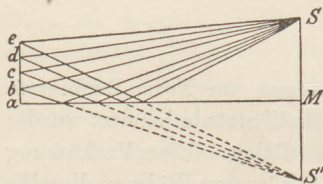
Wie an einer früheren Stelle (*II, 137*) schon hervorgehoben, gebührt dem Melde'schen Capillarbarometer die unzweifelhafte Priorität vor einem völlig damit übereinstimmenden Instrumente, dessen Beschreibung im *Phil. Mag. Novbr. 1888* erschien, während Melde sein Barometer bereits im September 1887 in *Wied. Ann.* veröffentlicht hat.

Versuche mit der sensitiven Flamme. Von LECONTE STEVENS. Die Eigenschaft der Leuchtgasflamme, unter gewissen Bedingungen gegen Schallschwingungen empfindlich zu werden, ist von dem Verfasser entdeckt und bereits 1858 bekannt gemacht worden. Im Jahre 1867 hat Barrett eine ähnliche Vorrichtung construiert, die durch R. König's manometrische Flammenuntersuchungen und durch Tyndall's Vorlesungen allgemeiner bekannt geworden ist. GOVI, BARRY und GEYER haben später sensitive Flammen angegeben, die mit Leuchtgas unter gewöhnlichem Druck hergestellt waren (wobei das Gas mit Luft gemischt und oberhalb eines Drahtnetzes entzündet wird). Flammen dieser Art sind gewöhnlich nur für Töne von grosser Höhe sensitiv und auch dann nur innerhalb bestimmter Grenzen. Die Regulierbarkeit ist bei den unter grösserem Druck stehenden Flammen eine leichtere; der Verfasser hat deshalb seine Versuche mit solchen Flammen angestellt. Er wiederholte zunächst die Versuche, die von Rayleigh in einer Vorlesung über „Diffraktion des Schalles“ (*Proceed. Roy. Inst. Jan. 1888*) angestellt worden sind. Die Erscheinungen der Diffraktion des Schalles lassen sich nur mit Tönen von sehr grosser Höhe wahrnehmbar machen; Töne dieser Art wurden von Rayleigh mit einer kleinen Pfeife (Galton'sche justierbare Pfeife) erzeugt, die aus einem Cylinder mit comprimierter Luft oder Sauerstoff angeblasen wurde. Die sensitive Flamme wurde aus einem ähnlichen Cylinder

mit comprimiertem Leuchtgas gespeist, dessen Druck durch ein Wassermanometer reguliert werden konnte.

Die Tonhöhe konnte bis 20000 Schwingungen gesteigert werden, betrug aber meist nur etwa 13000, weil bei grösserer Höhe die Intensität zu schwach wurde. Die Wellenlänge wurde durch Erzeugung stehender Wellen mittelst einer Wand und Aufsuchung der Knoten und Bäuche mit der sensitiven Flamme gemessen. Rayleigh hat namentlich die in der Optik durch Arago constatierte Erscheinung auch für den Schall bewahrheitet, dass in der Mitte hinter einem kleinen Schirm ein Maximum herrscht, um welches sich Ringe von wechselnder minimaler und maximaler Intensität legen. LeCONTE STEVENS hat auch den Grimaldi'schen Grundversuch der Interferenz durch zwei schmale Öffnungen für den Schall ausgeführt. Zu dem Zweck wurde eine Pfeife von 1,05'' Wellenlänge 34'' entfernt von dem Schirm aufgestellt, dessen Breite 2' betrug, und in welchem zwei Schlitzze von 3'' Länge und $\frac{1}{4}$ '' Breite dicht neben einander hergestellt waren. Das Maximum in der Mittelsenkrechten zu den beiden Öffnungen wurde leicht aufgefunden, ebenso hatte das erste Paar Hyperbeln zu beiden Seiten dieser Senkrechten genau die theoretisch bestimmte Lage und konnte bis über 1 Fuss vom Schirm verfolgt werden. Das nächste Paar Hyperbeln war auch nachweisbar, aber weniger scharf begrenzt.

Der Interferenzversuch Fresnels mit zwei sehr wenig gegen einander geneigten Spiegeln wurde für den Schall in der Art wiederholt, dass eine Spiegelglasplatte auf den Tisch gelegt, eine zweite unter 152° dagegen geneigt wurde; die Pfeife war 67'' von der Flamme, 4'' von dem geneigten Spiegel entfernt, zugleich 13'' über dem Tische. Mit



der sensitiven Flamme wurden sechs Interferenzbanden gefunden, deren mittlerer Abstand 4'' betrug. Doch störten die von der Pfeife kommenden direkten Wellen den Versuch. Deswegen wurde die Abänderung getroffen, dass die Schallstrahlen nur von einem, horizontal gelegten Spiegel reflektiert wurden und darauf mit den direkten zur Interferenz gelangten. In der beistehenden Figur bezeichnet S den Ort der Pfeife, S' das Spiegelbild. Die Punkte a, b, c, d, e sind Stellen maximaler Intensität, während zwischen ihnen die Stellen völliger Ruhe liegen. Der Abstand ab ist annähernd gleich $\frac{aM}{SS'} \cdot \lambda$. Für $aM = 36''$, $MS = 10''$, $\lambda = 1,05''$ ist die theoretische Lage der Ruhestellen:

$$0,945 \quad | \quad 2,835 \quad | \quad 4,725 \quad | \quad 6,615 \quad | \quad 8,505 \quad | \quad 10,395 \quad | \quad 12,285.$$

Dagegen waren die aus fünf Versuchsreihen folgenden Mittelwerte:

$$0,96 \quad | \quad 2,8 \quad | \quad 4,7 \quad | \quad 6,7 \quad | \quad 8,9 \quad | \quad 11,2 \quad | \quad 13,6.$$

Die sensitive Flamme erweist sich somit als ein brauchbares, wenssichon nicht völlig exaktes Mittel, diese wichtige Analogie zwischen Schall und Licht nachzuweisen. (*Americ. Journ. of Sc.* 37, 257; 1889).

Abbildungen magnetischer Felder. (Hierzu Tafel I und II am Ende des Heftes.) Überaus gelungene Abbildungen magnetischer Felder sind von St. LINDECK in der *Zeitschr. für Instrum.-Kunde* 1889, S. 352 veröffentlicht worden. Behufs ihrer Herstellung war ein Bogen Zeichenpapier mit hellem Lack (Silberlack) mehrmals überstrichen, nach dem Trocknen auf einem Reissbrett oder einem dünnen Messingblech in das magnetische Feld gebracht und mit Eisenfeile bestreut worden. Die Einstellung der Teilchen in die Kraftlinien wurde durch Klopfen mit einem unmagnetischen Gegenstande befördert und das Bild sofort durch einen Sprühregen von Silberlack (mittels eines Zerstäubers) fixiert. Fig. 1 ist das Feld eines grossen Elektromagneten mit aufrecht stehenden, cylindrischen Schenkeln, wie es sich in einer horizontalen Ebene nahe den Endflächen der Schenkel darstellt. Die Polflächen haben entgegengesetzten Magnetismus; zur Erzeugung wurde ein nur schwacher Strom benutzt, um zu vermeiden, dass die Feilspäne sich zu

dicken Büscheln nach der Mitte zusammenschoben. Fig. 2 zeigt das Kraftfeld bei gleichnamigen Polen, man erkennt, dass die Kraftlinien einander ausweichen und in der Mitte eine Indifferenzzone entstehen lassen. Fig. 3 giebt den Verlauf der magnetischen Kurven wieder, wenn ein ausgeglühter Eisenstab in gleicher Höhe mit den Polflächen seitlich in das Feld von Fig. 1 gebracht wird. In der Nähe der Pole ordnen sich die Feilspäne in grosser Dichte an, in der Nachbarschaft des Eisenstabes biegen die Kraftlinien von allen Seiten nach diesem hin, soweit sie nicht ihren Weg durch das Eisen nehmen. In Fig. 4 war ein Stabmagnet zwischen der ungleichnamig magnetischen Polfläche äquatorial befestigt; die Kurven verlaufen zwischen den ungleichnamigen Polen des Elektromagneten und des Stabes ähnlich wie in Fig. 1; zu beiden Seiten des Stabes treten zwei Indifferenzstellen scharf hervor.

Weitere Figuren, die der Verfasser a. a. O. wiedergiebt, stellen die kreisförmige Anordnung der Feilspäne in einem Felde dar, das senkrecht zu einem von 150 *Ampère* durchflossenen Strom gelegen war, ferner die Kraftlinien, welche in einer Ebene senkrecht zu einem ringförmigen Leiter auftreten; die Änderung der Kraftlinien, wenn dem Magneten eine vom Strom durchflossene Drahtspule genähert wird, endlich den Verlauf der Kraftlinien zwischen dem permanenten Magneten, der Spule und den Plättchen eines Telephons. Zur Veranschaulichung wie zum Studium der Eigenschaften des magnetischen Kraftfeldes erscheinen diese Abbildungen in hohem Grade geeignet.

Das elektrische und magnetische Feld. In einer Programmabhandlung des Progymnasiums zu Duderstadt (*Pr. N. 318, 1889*) hat N. BÖDIGE einige Erläuterungen über den Potentialbegriff und das Kraftfeld zusammengestellt. Auf einer beigegefügteten Tafel sind die Flächen gleichen Potentials für zwei Kugeln mit gleichen aber entgegengesetzt elektrischen Ladungen dargestellt. Zur Veranschaulichung der Kraftlinien erinnert der Verfasser an die Erscheinung, welche das abfliegende Lycopodiumpulver gewährt, wenn man es auf eine Kugel streut, die mit dem Conduktor einer Elektrisiermaschine in Verbindung steht. Um die Kraftlinien bei zwei entgegengesetzt geladenen Kugeln zu zeigen, empfiehlt er folgendes Verfahren: Die Kugeln eines Henley'schen Ausladers werden die eine mit dem positiven, die andere mit dem negativen Conduktor einer kleinen Elektrisiermaschine verbunden, beide mit Lycopodiumpulver bestreut und im verdunkelten Zimmer mittelst eines Heliostaten durch einen Sonnenstrahl beleuchtet. Dreht man die Scheibe nur kurze Zeit, so lässt sich bei der schnellen Bewegung der Stäubchen von einer Kugel zur andern der Verlauf der Kraftlinien sehr gut beobachten. Glänzende Fäden, geradlinig und bogenförmig gekrümmt, scheinen die zugewandten Seiten der Kugeln zu verbinden, während sie an den abgewandten radienförmig ausstrahlen. Die Erscheinung dauert längere Zeit an und ist im ganzen Auditorium deutlich sichtbar.

Zur Herstellung der magnetischen Kraftlinien wird folgende Vorschrift gegeben: Man richtet sich Wachspapier her, indem man gewöhnliches Schreibpapier auf einer erwärmten Platte ausbreitet und mittels eines Tuchlappens gleichmässig mit geschmolzenem Wachs überstreicht. Ein solches Blatt wird dann auf einen Rahmen gespannt und über die Pole des Magneten gebracht. Mit einem Siebe streut man nicht zu feines Eisenfeilicht darüber hin und erwärmt dann das Papier vorsichtig über einer Spirituslampe, bis das Wachs schmilzt und beim Erkalten die Eisenfeile in ihrer Lage festhält. Hübsche Bilder der magnetischen Kurven (hell auf dunklem Grunde) erhält man auch, wenn man über das Papier mit den Eisenfeilspänen ein feines Drahtsieb hält und dieses mit einer in Tinte oder schwarze Farbe getauchten Bürste reibt. Die mit kleineren Magneten erhaltenen Wachspapierbilder eignen sich auch zur Demonstration mit dem Skioptikon. Beigefügt ist der Abhandlung auch der Lichtdruck einer solchen Platte, bei welcher zwei annähernd gleich starke Elektromagnete mit je zwei Polen einander gegenüber gestellt waren. Auch die in dieser Zeitschrift (I, 53) veröffentlichte Vorrichtung von Prof. L. Pfaundler zur Demonstration der Kraftlinien und Niveauflächen wird in der Abhandlung eingehend gewürdigt und durch Abbildungen erläutert.

Ein neuer Apparat für die Zusammensetzung des Lichtes. Von DÉMICHEL. Der klassische Versuch von Newton über die Vereinigung der Regenbogenfarben zu Weiss, der gewöhnlich mit Pigmentfarben angestellt wird, lässt sich in sehr vollkommener Weise auch mit den Spectralfarben ausführen. Eine drehbare Scheibe wird mit einem radialen Spalt versehen und vor diesem ein Prisma mit grader Durchsicht befestigt, dessen brechende Kanten dem Spalt parallel sind und das auf einem hinter der Scheibe aufgestellten Schirm ein Spectrum entwirft. Setzt man die Scheibe mit dem Prisma in langsame Drehung, so führt das Spectrum ebenfalls eine Bewegung im Kreise aus, und bei hinreichend schneller Drehung erhält man statt der Spectralfarben den Eindruck von weissem Licht. Bei Anwendung von zwei Spalten mit zwei Prismen erreicht man eine grössere Helligkeit. Notwendig für den Versuch ist allerdings ein hinreichend grosses Sonnenbild, so dass die Prismen während der ganzen Umdrehung von direkten Sonnenstrahlen getroffen werden. — Bei dieser Gelegenheit wird auch auf Newtons Optik als Fundgrube lehrreicher Versuche hingewiesen. Als einfachster Nachweis für die Zusammensetzung farbigen Lichtes wird nach Newton angeführt, dass Seifenschaum in der Nähe betrachtet, Regenbogenfarben zeigt, die aber, aus einiger Entfernung angesehen, zu weiss verschmelzen. (*La Nature*, No. 849; 1889.)

2. Forschungen und Ergebnisse.

Das mechanische Äquivalent des Lichtes. Im Anschluss an eine Untersuchung über die Energie der Wärmestrahlung bei der Weissglut gelangen O. TUMLRIZ und A. KRUG zu folgenden Resultaten. Die stärkste Gesamtemission eines weissglühenden Platindrahtes betrug im Mittel 0,944 Grammc calorien pro qcm und Sekunde (während nach Langley's Messungen der Sonnenstrahlung sich für ein qcm der Sonnenoberfläche eine Emission von 540 Grammc calorien ergibt). Setzt man nach Tyndall'schen Versuchen das Verhältnis der Lichtstrahlen zur gesamten Strahlung gleich 1 : 24, so würde die Lichtmenge pro qcm des weissglühenden Drahtes 0,039 Grammc calorien betragen, d. h. also 39 mg Wasser um 1° C. erwärmen können. Aus dem Vergleich der beobachteten Lichtstärken mit der Leuchtkraft der als Einheit geltenden Amylacetatlampe endlich würde für die Leucktkraft 1 pro Sekunde und Quadratcentimeter die Energie von 0,00326 Grammc calorien oder die Arbeit von $1 \text{ g} \times 140 \text{ cm}$ sich ergeben, eine Zahl, die nur der Grössenordnung nach Richtigkeit beanspruchen kann.

J. Thomson hat 1865 eine Bestimmung des mechanischen Lichtäquivalentes ausgeführt, indem er die Licht- und Wärmestrahlung durch Einschaltung einer Wasserschicht von 0,2 m Dicke von einander trennte. Durch Diskussion dieser Versuche findet O. TUMLRIZ für die photometrische Lichteinheit eine Strahlungsenergie von 0,0056 Grammc calorien oder eine Arbeitsmenge von $1 \text{ g} \times 240 \text{ cm}$. Anschaulicher spricht sich dies Ergebnis in folgender Form aus: Steht der Flamme einer Wallrathkerze, welche 8,2 g Wallrath in der Stunde verbrennt, eine Fläche von 1 qcm in der Entfernung 1 m so gegenüber, dass die Normale der Fläche horizontal ist und durch die Flammenmitte geht, so fällt auf diese Fläche in jeder Sekunde eine Lichtmenge, deren Energie einer Wärmemenge von $56 \cdot 10^{-8}$ Grammc calorien oder einer Arbeit von $1 \text{ mg} \times 24 \text{ cm}$ äquivalent ist. (*Rep. d. Phys.* 25, VII, 1889; *Wien. Ber.* 97, S. 521.)

Gebirgsmagnetismus. Nach älteren Messungen von Humboldt u. a. nimmt die Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus, wie auch die Gesamt-Intensität in Gebirgsgegenden mit zunehmender Höhe ab. Neuere Messungen, welche O. E. MEYER im Riesengebirge angestellt hat, haben überraschender Weise das Gegenteil, also eine Zunahme mit der Höhe, ergeben. Es lag nahe zu vermuten, dass die Gesteine, aus welchen das Gebirge besteht, in diesem Falle magnetisch waren. Nun hatte schon Humboldt an einem Granitfelsen im Fichtelgebirge festgestellt, dass sein Magnetismus ebenso verteilt war wie er in der Erdkugel anzunehmen ist: Die nördliche Seite zeigte S-, die südliche N-Magnetismus. Zur genaueren Prüfung wurde der Zobtenberg, der sich fast ganz isoliert etwa 400 Meter

hoch erhebt, gewählt; zu den Beobachtungen diente ein einfaches Instrument, F. Kohlrausch's Lokalvariometer (*Wied. Ann.* 1887). Es zeigte sich auf dem Gipfel eine deutliche Zunahme der Intensität, ebenso auf der Westseite; die Südseite zeigte eine Verminderung, in Übereinstimmung mit dem oben erwähnten Befund. Die Ostseite war nahezu normal, dagegen wurde an der Nordseite keineswegs die erwartete Abnahme, sondern vielmehr eine noch grössere Zunahme als auf dem Gipfel constatirt. Die Aufklärung hierfür liefert der geologische Bau des Berges: Nord- und Westseite bestehen aus Granit, die Spitze aus Gabbro; Süd- und Ostseite aus Serpentin. Der Erdmagnetismus fand sich nur da verstärkt, wo Granit, bezw. Gneis ansteht oder nahe unter der Oberfläche liegt. Es wirkte also wesentlich nur das unmittelbar unter der Beobachtungsstelle liegende Gestein, nicht die zur Seite ruhenden Gebirgsmassen. Dieses Resultat wurde durch Beobachtungen an einer Reihe von Punkten des Riesengebirges bestätigt. Hiernach erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass die Lage der magnetischen Axen im Gestein mit der Richtung der Inklinationsnadel zusammenfällt. Auch jedes mit eisernen Säulen und Trägern ausgestattete Gebäude bietet ein Beispiel zur Erläuterung dieser Erscheinung. In dem physikalischen Gebäude der Universität Breslau ist die horizontale Componente auf dem Dache etwa 5% stärker als im ersten Stock, wo sich eine gegen den normalen Wert verminderte Stärke zeigt. (*Jahresber. der schles. Ges. für vaterl. Kultur, 1888; Ber. der Naturforscher-Vers. in Cöln.*)

Zerstreuung der negativen Electricität durch Sonnen- und Tageslicht. Von J. ELSTER und H. GEITEL. Stellt man eine Zinkschale von 20 cm Durchmesser im Freien isolirt so auf, dass sie dem Einfluss der atmosphärischen Electricität entzogen ist, und verbindet sie leitend mit einem Elektrometer, so beobachtet man, dass die trocken mit Smirgel abgeriebene Schale bei Belichtung mit Sonnenlicht eine negative Ladung von ca. 300 Volt in 60 Sekunden vollständig verliert; eine gleich hohe positive Ladung dagegen wird gehalten. Die Zerstreuung der — E hört im vollkommen dunkeln Raum auf und wird bedeutend geschwächt, wenn die Sonnenstrahlen zuvor durch eine Glasplatte hindurchgegangen sind. Das Licht des blauen Himmels wirkt fast ebenso stark wie das direkte Sonnenlicht. Beim Füllen der Schale mit Wasser oder beim Bedecken mit einem feuchten Tuch tritt die Wirkung nicht ein. Andererseits nimmt eine frisch abgsmirgelte Platte durch Belichtung eine spontane Ladung von 2,5 Volt. an.

Mit Drähten aus Aluminium, Magnesium oder Zink, die frisch geputzt und an den Knopf des Exner'schen Elektroskops befestigt werden, gestalten sich die Versuche noch einfacher; das negativ geladene Elektroskop wird durch Belichtung der Drähte in weniger als 5 Sekunden vollständig entladen, während bei positiver Ladung eine abnorme Zerstreuung nicht zu bemerken ist. Wird das Elektroskop auf freiem Felde mit einem der Drähte versehen, so divergieren die Blättchen mit positiver Electricität, die von der Influenz der Luftelectricität herrührt. (*Wied. Ann.* 38, 40; 1889.)

Zur Erklärung der Deformationsströme. Von FERD. BRAUN. Weitere Untersuchungen über diese Ströme (*vgl. d. Ztschr. II, 140*) haben den Verfasser zu dem Schlusse geführt, dass deren Entstehung auf die cirkulare Magnetisierung des Nickeldrahtes zurückgeführt werden muss, wobei allerdings eine eigenartige Stabilität dieser Magnetisierung im Nickel gegenüber derjenigen im Eisen zu Tage tritt. Durch eine Reihe vorangegangener Versuche (*Ber. Berl. Ak. 1888 No. 37*) war bereits dargethan, dass zwischen der longitudinalen Magnetisierung und den Deformationsströmen kein Parallelismus bestehe. Auch die Annahme, dass durch Form- oder Temperaturänderungen einer Nickelspule Änderungen ihres freien Magnetismus und demzufolge elektromotorische Kräfte auftreten, war sowohl durch theoretische Gründe wie durch Versuche als unhaltbar erwiesen. Nun zeigen zwar Nickelröhren nach dem Durchgange eines starken Stromes bei der ersten Deformation nicht die „Erschütterungsströme“ wie das Eisen, auch wird die cirkulare Magnetisierbarkeit durch Unterbrechung der Continuität (Lötstellen aus anderem Metall) nicht merklich

beeinflusst. Aber der entscheidende Versuch dafür, dass die Deformationsströme doch nur die Folge einer Induktion durch Änderung der cirkularen Magnetisierung sind, bestand in Folgendem: In eine Nickelröhre von 1 mm Wandstärke, 5 mm innerem Durchmesser und 1,10 m Länge wurde ein überspannener 4 mm dicker Kupferdraht isoliert eingeschoben und dann eine Spule daraus gewickelt; bei Deformation der Röhre traten die früher beschriebenen Deformationsströme auf, und Ströme von gleicher Richtung und nahezu gleicher Stärke entstanden auch im Kupferdraht. Dasselbe trat ein, wenn statt des Kupferdrahts ein Neusilberdraht in das Rohr eingeführt wurde. Um auszuschliessen, dass die Benutzung des Drahtes in einem variablen magnetischen Felde bei den Erscheinungen Einfluss habe, wurde auch umgekehrt ein dicker Nickeldraht in ein dünnwandiges Messingrohr eingebettet und zeigte Deformationsströme, während aus dem Messingrohr kein Strom abgeleitet werden konnte.

Deformierte Nickelspiralen lieferten bei Temperaturänderung ebenfalls Ströme; für diese „Erwärmungsströme“ gilt die Regel, dass Temperatursteigerung denselben Effekt hervorbringt, wie diejenige Deformation, welche die Spule aus ihrer permanenten Gestalt in die jeweilige temporäre überführt. Die Versuche führten ferner zu dem Ergebnis, dass die gesamte Elektrizitätsmenge, welche man aus einer Spule ableiten kann, wenn man sie Temperatur- und Gestaltsänderungen unterwirft, je nach der Reihenfolge dieser Änderungen verschieden ist. (*Ber. Berl. Ak., 6. Juni 1889; Wied. Ann. 38, 53*).

Zu diesen Ergebnissen F. BRAUN's liefert L. ZEHNDER (*siehe Ber. der phys. med. Ges. zu Würzburg 1889; Wied. Ann. 38, 68*) eine bemerkenswerte Ergänzung. Schon KNOTT hatte beobachtet, dass magnetisierte Nickeldrähte sich tordieren, wenn ein Strom längs der Achse hindurchgeht, und zwar war die Torsion entgegengesetzt wie die bei Eisendrähten eintretende. Die Umkehrung dieser Beobachtung führte ZEHNDER zu Versuchen, deren Resultat er in folgendem Gesetz zusammenfasst: „Erteilt man in irgend einer Weise einem gestreckten Nickeldrahte eine normale schwache oder kräftige permanente Magnetisierung und tordiert den in der Ost-Westrichtung horizontal ausgespannten Draht, so dass die Parallelen der Drahtaxe in Rechtsschraubenlinien übergehen, so erhält man in dem Draht einen elektrischen Strom in der Richtung vom Südpol zum Nordpol; und umgekehrt bei Detorsion resp. entgegengesetzter Torsion.“ Wickelt man daher einen der Länge nach magnetisierten Nickelstab zu einer Spule, so dass dabei die Längsmagnetisierung möglichst wenig geändert wird, so erhält man durch Ausziehen und Comprimieren derselben ebensolche wie die von BRAUN beschriebenen Ströme; doch hält BRAUN dem gegenüber seine oben wiedergegebene Erklärung aufrecht (*Wied. Ann. 38, 66*). Nach den Versuchen ZEHNDER's hängt ferner die Stromrichtung in den durch ein Zieheisen geführten Nickeldrähten nicht von der Zugrichtung, sondern von der Lage der Magnetpole ab, welche leicht in dem unter erdmagnetischem Einflusse stehenden Zieheisen auftreten. Hierfür spricht namentlich ein entscheidender Versuch ZEHNDER's, wonach bei Anwendung des Zieheisens die entgegengesetzten Ströme als vorher im Nickeldraht auftraten. Es war auf diese Weise sogar möglich, gezogene Drähte umzumagnetisieren und damit die Richtung der Ströme umzukehren.

3. Geschichte.

Ein historischer Versuch zur Hydrodynamik. In den 1638 veröffentlichten *Discorsi* von GALILEI wird zu Beginn des sechsten Dialoges, der von der Kraft des Stosses handelt, der folgende Versuch beschrieben. GALILEI hatte ihn ersonnen, um zu erkennen, welchen Anteil das Gewicht und welchen Anteil die Geschwindigkeit an der Stosswirkung eines fallenden Körpers habe.

Ein Wagebalken von hinreichender Stärke und drei Ellen Länge wurde an dem einen Ende mit zwei übereinander befindlichen Eimern belastet; der obere Eimer war mit Wasser gefüllt und mit einer verschliessbaren Bodenöffnung versehen, der untere leer. Am andern Ende des Wagebalkens war ein Gegengewicht aus Stein oder anderem schweren

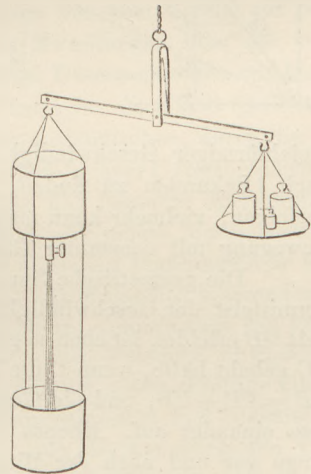
Material angebracht, so dass Gleichgewicht hergestellt war. GALILEI erwartete, dass beim Ausfliessen des Wassers aus dem oberen in das untere Gefäss ein dauernder Ausschlag erfolgen würde, da das fallende Wasser einen beständigen Stoss gegen das untere Gefäss ausübte; durch Vermehrung des Gegengewichts auf der andern Seite sollte dann von neuem Gleichgewicht hergestellt und dadurch die Stärke des Stosses gemessen werden.

Der Erfolg war ein unerwarteter. Bei Beginn des Ausfliessens trat eine Neigung der Wage nach der Seite des Gegengewichts ein, sobald das Wasser aber das untere Gefäss erreicht hatte, stellte sich das frühere Gleichgewicht wieder her. Obwohl die ursprüngliche Absicht nicht erreicht war, versuchte GALILEI doch auch aus diesem Ergebnis eine Folgerung zu ziehen; er schloss, dass die Kraft des Stosses dem Gewichte des Wassers gleich sein müsse, welches zwischen beiden Gefässen grade im Fallen begriffen sei, dessen Druck also weder am oberen noch am unteren Gefäss zur Wirkung komme. Doch wird dieser Schluss hinterher wieder aufgehoben, indem dargethan wird, dass die Kraft des Stosses mit dem Druck eines ruhenden Gewichtes unvergleichbar sei.

Eine erschöpfende Erörterung des Versuchs findet sich in E. Mach's Mechanik (S. 285 ff). Dort wird gezeigt, dass auf der Seite der Gefässe eine Druckverminderung statthat, die aus zwei Theilen besteht, erstlich aus dem Reaktionsdruck des ausfliessenden Strahls auf das obere Gefäss, zweitens aus dem Gewicht des in der Luft schwebenden Strahls. Andererseits bewirkt das Fallen des Wassers auf das untere Gefäss eine Druckvermehrung. Die Rechnung ergibt, dass diese drei Ursachen sich gegenseitig aufheben. Eine ähnliche Betrachtung ist auch auf der letzten Naturforscherversammlung angestellt worden (vgl. dieses Heft S. 99).

Zu der Mittheilung dieses GALILEI'schen Versuchs veranlasst uns der Umstand, dass uns von geschätzter Seite derselbe Versuch als Vorlesungsexperiment übersandt wurde, ohne dass dem Einsender der Versuch und die Folgerung GALILEI's bekannt waren. Wir entnehmen der Zuschrift noch die folgenden Bemerkungen:

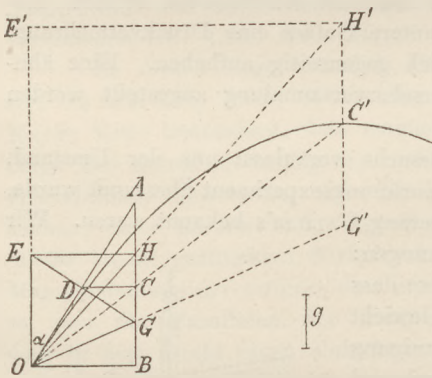
„Denken wir uns beide Gefässe einander ganz nahe, so dass das in der Luft schwebende Wasser kein namhaftes Gewicht hat und durch den freien Fall keine namhafte Beschleunigung erfährt, so handelt es sich nur um den dynamischen Druck und den Reaktionsdruck, welche in diesem Fall einander gleich aber entgegengesetzt sind und somit keine Bewegung veranlassen können. Befinden sich beide Gefässe entfernter von einander, so kann das Gewicht der in der Luft schwebenden Wassersäule nicht mehr vernachlässigt werden; dafür ist aber auch der dynamische Druck grösser, weil das Wasser durch den freien Fall eine Beschleunigung erfahren hat. Und weil das Gleichgewicht erhalten bleibt, so muss der hierdurch bewirkte Theil des Drucks allemal gleich dem Gewicht der in der Luft schwebenden Wassersäule sein.“ — Den Ausschlag bei Beginn des Versuchs kann man am besten beobachten, wenn man die Öffnung des Gefässes durch Abbrennen eines Fadens bewirkt; der entgegengesetzte Ausschlag am Ende des Versuchs ist unmittelbar wahrzunehmen, wenn die Wage recht leicht beweglich, d. h. also nur wenig belastet ist. Eine Zerstreuung des Wassers infolge Emporspritzens aus dem unteren Gefäss vermeidet man am besten durch Einsetzen eines trichterförmigen Ringes. P.



4. Unterricht und Methode.

Geometrische Behandlung der Wurfbewegung. Von E. OEHLER in Strassburg i. E. (*Zeitschrift für mathem. u. naturwiss. Unterr.* XX, S. 161—170. 1889). Die Wurflinie konnte bisher nur unter Anwendung des analytischen Verfahrens, von dem mechanisches Rechnen unzertrennlich ist, im Unterricht behandelt werden. Aus der Gleichung der

Wurfline ergibt sich, wenn man sie geometrisch deutet, dass das Geschoss, dessen Anfangsgeschwindigkeit c mit der Vertikalen den Winkel α bilde, sich in einer vertikalen Ebene bewegt und stets von einer wagerechten Geraden, der Directrix, und einem Punkte, dem Brennpunkt, gleich weit entfernt ist. Die Directrix liegt in solcher Höhe $h = c^2/2g$, dass der Körper sie eben erreichen könnte, wenn seine Anfangsgeschwindigkeit c senkrecht aufwärts gerichtet wäre, die Richtung vom Anfangspunkt nach dem Brennpunkt bildet mit der aufwärts gerichteten Vertikalen den Winkel 2α , der durch die Anfangsrichtung halbiert wird. Setzt man diese die Wurfline bestimmenden Eigenschaften als Grundsatz voraus, so lassen sich viele Aufgaben über die Wurfline geometrisch lösen, z. B. die folgende: „Bei gegebener Anfangsgeschwindigkeit c die Richtung derselben so zu bestimmen, dass von dem Punkte O aus ein anderer vorgeschriebener Punkt P getroffen werde.“ Die Lage der Directrix ist durch ihre Höhe bestimmt, der Brennpunkt muss den beiden Kreisen angehören, die um O und um P so gelegt sind, dass sie die Directrix berühren. Die Punkte P , für welche die Aufgabe nur eine Lösung hat, bilden die sogenannte Grenz- oder Sicherheitskurve, die alle von O aus mit der Anfangsgeschwindigkeit c zu beschreibenden Wurflinien einhüllt, sie ist eine Parabel mit dem Brennpunkt O , deren Directrix in der Höhe $2h$ liegt, denn für jeden Punkt P dieser Kurve wird die Centrale OP der obigen Kreise gleich der Summe der Radien. Je nachdem P innerhalb oder ausserhalb der Grenzkurve liegt, hat die gestellte Aufgabe zwei Lösungen oder keine.



In seiner Abhandlung zeigt nun OEHLER, wie man die bisher der Analysis entlehnten Grundlagen gleichfalls durch geometrische Betrachtungen erhalten kann. Die Geschwindigkeit des Geschosses nach t Sekunden, OB , ergibt sich als geometrische Summe der Strecken $OA = c$ und $AB = gt$, welche die anfängliche resp. die aus den Impulsen der Schwerkraft erzeugte Geschwindigkeit nach Grösse und Richtung darstellen. Der Punkt B beschreibt mit

gleichförmiger Geschwindigkeit eine Gerade, den Hodographen. Um den Ort des Körpers nach t Sekunden zu finden, ist es nun nicht nötig, die wahre Bahn bis zu ihm hin zu verfolgen, vielmehr kann man annehmen, dass der Körper dasselbe Ziel durch geradlinige Bewegung mit constanter Geschwindigkeit erreicht hätte.

Die geometrische Summe der Verschiebungen, die der Körper im ersten Zeittheilchen mittelst der Geschwindigkeit OA und im letzten Zeittheilchen mittelst der Geschwindigkeit OB erleidet, ist eben so gross, als ob er während dieser kurzen Zeiten die Geschwindigkeit OC gehabt hätte, wenn C die Mitte der Strecke AB , denn es ist geometrisch $OA = OC + CA$, $OB = OC + CB$, und die Geschwindigkeiten CA und CB sind entgegengesetzt gleich, heben also einander auf. Ebenso lassen sich je zwei Geschwindigkeiten, die der Körper gleich lange vor und nach der Mitte des betrachteten Zeitraums besass, durch OC ersetzen, man erhält also den Ort C' des Körpers nach t Sekunden, wenn man $OC' = t \cdot OC$ construirt.

Ist nun t gerade die Zeit, zu welcher der Körper den höchsten Punkt der Bahn erreicht, so ist die Endgeschwindigkeit OB wagerecht, und aus dem nunmehr rechtwinkligen Dreieck OAB folgt:

$$c \cos \alpha = gt \quad \text{oder} \quad t = \frac{c \cos \alpha}{g}.$$

Die Mitte D der Strecke OA liegt mit dem Punkte C in gleicher Höhe. Errichtet man auf OA in D ein Lot, welches die durch O und B gehenden Vertikalen in E und G trifft, so ist $ED = DG$, und daraus folgt $OE = OG$. Ausserdem ist auch, wenn $EH \parallel DC$, also wagerecht gezogen wird, $CH = CG$. Mithin ist jeder der Punkte O und C ebensoweit von der Geraden EH wie von dem Punkte G entfernt.

Construiert man zu der Figur $OGCHE$ eine ähnliche $OG'C'H'E'$, indem man alle von O ausgehenden Strahlen im Verhältnis $1:t$ vergrössert, so ist auch $OE' = OG'$ und $C'H' = C'G'$. Der Punkt O ist also gleich weit entfernt von der wagerechten Geraden $E'H'$ und dem Punkte G' , deren Abstand durch den höchsten Punkt der Wurflinie in C' halbiert wird. Dieser Abstand ist gleich $H'G' = t \cdot HG = t \cdot EH \cdot tg \alpha$, und da $EH = OB = c \sin \alpha$, und $t = c \cos \alpha / g$, so wird $H'G' = (c \sin \alpha)^2 / g$, wofür p gesetzt werde.

Betrachtet man irgend einen andern Punkt der Wurflinie O_1 als Anfangspunkt der Bewegung, für den die Grösse und Richtung der Geschwindigkeit durch c_1 und α_1 gegeben seien, so lässt sich von ihm ähnliches wie vom Punkte O behaupten. Der eben berechnete Abstand nähme jetzt den Wert $p_1 = (c_1 \sin \alpha_1)^2 / g$ an, da aber die wagerechte Componente der Geschwindigkeit, OB , während der Bewegung unverändert bleibt, so ist $c_1 \sin \alpha_1 = c \sin \alpha$, also $p_1 = p$. Die Directrix $E'H'$ und der Brennpunkt G' sind also unveränderlich, sie liegen oberhalb und unterhalb des höchsten Punktes im Abstand $1/2 p$. Hiermit ist bewiesen, dass die Wurflinie ein Parabel ist. Es ergibt sich noch für die Höhe der Directrix:

$$h = OE' = t \cdot OE = t \cdot \frac{\frac{1}{2} c}{\cos \alpha} = \frac{c^2}{2g} \quad \text{oder} \quad hg = \frac{c^2}{2}.$$

Ebenso würde für einen andern Punkt O_1 :

$$h_1 g = \frac{c_1^2}{2}.$$

Hieraus folgt $(h_1 - h)g = (c_1^2 - c^2)/2$, d. h. die Verminderung der lebendigen Kraft ist gleich der zur Überwindung der Höhen-Differenz erforderlichen Arbeit. M. K.

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Fortschritte der Glasschmelzerei. In einem Vortrage vor dem Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses zu Berlin machte Dr. O. SCHOTT Mitteilungen über die von ihm und Professor ABBE in Jena seit sieben Jahren ausgeführten Untersuchungen zur Herstellung besserer optischer und thermometrischer Gläser. Die Thatsache, dass heut nicht nur fast der gesamte Bedarf Deutschlands, sondern auch ein Teil des ausländischen, durch die in Jena hergestellten Gläser gedeckt wird, spricht am besten für den Erfolg jener Untersuchungen. Bereits 1876 hat Prof. ABBE gelegentlich eines Berichts über die londoner Ausstellung wissenschaftlicher Apparate darauf hingewiesen, dass es möglich sein müsse, durch methodisches Studium von Glasflüssen zu einer Vervollkommnung der optischen Instrumente zu gelangen, namentlich wenn man sich nicht auf die bis dahin fast ausschliesslich verwendeten Materialien (Kieselsäure, Alkalien, Kalk, Blei, Thonerde) beschränkte, sondern auch den Einfluss aller übrigen verglasbaren Stoffe untersuchte. Schon die ersten Versuche in kleinem Maassstabe zeigten, dass Borsäure und Phosphorsäure ausserordentlich mannichfaltige Glascombinationen zulassen und wesentliche Abstufungen in Brechungsexponent und Dispersion ermöglichten. Zur Herstellung grösserer Mengen (bis 25 kg) wurde der Leuchtgasofen von FLETCHER benutzt, bei dem ein Gemenge von Leuchtgas und Licht in eine enge Kammer geleitet wird, in welcher sich der Schmelztiegel befindet; es gelang schon in kurzer Zeit ($1/4$ Stunde) in diesem Ofen Hitzegrade bis zur Schmelzung von metallischem Nickel zu erreichen. Es stellte sich heraus, dass ausser den genannten Stoffen noch folgende 28 sich als brauchbar erwiesen, in grösserer Menge (nicht unter 10%) dem Glase einverleibt zu werden: *Bo, P, Li, Mg, Zn, Cd, Ba, Sr, Al, Be, Fe, Mn, Ce, Di, E, Ag, Hg, Tl, Bi, Sb, As, Mo, Ni, Wo, Sn, Ti, U, Fl.*

Für die Verbesserung der achromatischen Linsencombinationen durch Beseitigung des sekundären Spektrums waren nur wenige von diesen Elementen geeignet: namentlich zeigte sich, dass die Borsäure, eine spezifische Contraction des blauen, bez. Erweiterung des roten Endes des Spektrums veranlasst. (Als allgemein stellte sich nebenher die Eigenschaft heraus, dass bei gleichem Verhältnis von Brechung und Dispersion die Gläser mit ab-

solot höherem Brechungsexponenten eine Dehnung des blauen Endes des Spektrums bewirken). Da die gewöhnlichen Silikatflintgläser im Vergleich mit den Crowngläsern eine Dehnung des blauen Endes des Spektrums zeigen, so erwies sich die Borsäure, in möglichst hohem Procentsatz den Flintgläsern beigefügt, als wirksam, um eine beträchtliche Verminderung des sekundären Spektrums zu erreichen, ja bei genügenden Differenzen in der Dispersion zwischen Crown und Flint für die Fernrohrprojekte die sekundären Farben fast ganz zu beseitigen. Andererseits wurde namentlich die Phosphorsäure für geeignet befunden, mit einer Anzahl von Metalloxyden Gläser von verhältnismässig geringer Dispersion bei hohem Brechungsexponenten zu liefern, die als Crowngläser vorzüglich brauchbar waren. Da ferner die Borate und Phosphate der Alkalien den atmosphärischen Einflüssen unterliegen, so wurden Thonerde, Zinkoxyd und andere Basen an Stelle der Alkalien eingeführt. Bei den Phosphaten wurde neben Magnesia und Thonerde namentlich der Baryt als schätzbar erkannt, da er wegen seines hohen Atomgewichts die Vereinigung procentual reichlicher Quantitäten mit Phosphorsäure zulässt und Crowngläser mit dem Brechungsindex 1,55 bis 1,59 bei gleichzeitig niedriger Dispersion liefert. Ebenso wurden die Boratflintgläser durch Zusatz von Thonerde, Zinkoxyd und Baryumoxyd von hygroskopischen Eigenschaften befreit. Auch die Silikatgläser erfuhren durch Zufügung geeigneter Mengen von Borsäure, Zinkoxyd, Magnesia, Baryt und Thonerde eine nicht unerhebliche Vervollkommnung, namentlich zum Zweck der Herstellung von Aplanatkonstruktionen photographischer Instrumente, die neben gesteigerter Durchlässigkeit für die chemischen Strahlen auf Grund der geringeren absoluten Dispersion planere und schärfere Bilder in der Camera geben.

Eine fernere Verbesserung der optischen Gläser wurde dadurch erreicht, dass man die Spannungen zu vermeiden suchte, die bei der Abkühlung im Glase auftreten, indem die äusseren Schichten früher erkalten als die inneren. Diesem Übelstand wurde dadurch entgegengewirkt, dass die Abkühlung nicht durch Ausstrahlung an die Wände des Kühlraums, sondern durch automatische Regulierung einer sich stetig vermindernenden Wärmequelle bewirkt wurde, der man das Glas aussetzte. Das Temperaturintervall, innerhalb dessen die Erstarrung sich vollzieht, liegt zwischen 470° und 365° , die Abkühlung zwischen diesen Grenzen konnte durch die angegebene Vorrichtung beliebig verlangsamt werden.

Für die Herstellung von Thermometerglas hat sich die Entdeckung von R. WEBER als bedeutsam erwiesen, dass die thermische Nachwirkung bei Gläsern mit gleichzeitigem Kali- und Natrongehalt beträchtlich, bei reinem Kaligehalt dagegen gering ist. SCHOTT und ABBE fanden, dass das Natron sich dem Kali gleich verhält, was in technischer Hinsicht wichtig war, da es viel leichter ist, kalifreie Soda als natronfreie Pottasche zu erhalten. Von anderen Materialien haben sich (nach Wiebe) namentlich Zinkoxyd und Borsäure in grösserer Menge zugefügt, als wertvoll erwiesen, da solche Gläser in den mittleren Temperaturen zwischen 0 und 100° eine weitaus bessere Übereinstimmung des Quecksilberthermometers mit dem Luftthermometer liefern als alle übrigen Glassorten. Doch sind die Schwierigkeiten in der Anfertigung der Röhren aus diesem Glase und ihrer Verarbeitung vor der Lampe einstweilen noch nicht überwunden. Für ein Glas von hoher Resistenz und gleichzeitig genügend leichter Schmelzbarkeit hat man einen Gehalt von 7% Zinkoxyd, 7% Kalk, $14\frac{1}{2}\%$ Natron, $2\frac{1}{2}\%$ Thonerde und 2% Borsäure neben 67% Kieselsäure als angemessen erfunden; die Borsäure dient hier dazu, die Schmelzbarkeit möglichst niedrig zu halten, ohne die Resistenzfähigkeit zu beeinträchtigen. Die Röhren aus diesem „Normalthermometerglas“ tragen als Schutzmarke einen roten eingeschmolzenen Längsstrich, der auch noch an den farbigen Instrumenten sichtbar ist. (*Centr. Z. f. Mechanik u. Optik* 1889, No. 17—19). — Neue Untersuchungen von F. Allihn (*Zeitschr. f. anal. Chemie* 1889) haben zu dem Ergebnis geführt, dass Thermometer aus jenaer Normalglase nach fast dreijährigem Liegen einen Anstieg des Eispunktes von höchstens $0,03$ bis $0,04^{\circ}$ zeigten. Dies ist ein wichtiger Fortschritt, da bei Thüringer Glas die Erhebung nach einem Jahr $0,3^{\circ}$ und mehr, bei englischem (bleihaltigen) Krystallglas etwa $0,15^{\circ}$ beträgt.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Dimensionen und absolute Maasse der physikalischen Grössen. Zugleich als Übungsbuch im C. G. S. - System. Von A. Czóglér, Prof. a. d. Kön. Ung. Staatsoberschule in Szegedin. Leipzig, Quandt & Händel, 1889. VIII und 151 S. M. 3,60.

Neben den bereits vorhandenen Werken ähnlichen Inhalts zeichnet sich diese Schrift dadurch aus, dass sie ausser der Mechanik, dem Magnetismus und der Elektrizitätslehre auch die übrigen Teile der Physik, namentlich die Wärmelehre, eingehender berücksichtigt. Durch eine grosse Zahl praktischer Beispiele ist vortrefflich für die Einführung in den Gebrauch der absoluten Maasse gesorgt; auch sind abgesehen von diesem Zweck die gewählten Aufgaben zum grossen Teil geeignet, für sich Interesse zu erregen, und geben dem Buch zugleich den Charakter einer brauchbaren Aufgabensammlung. Im Einzelnen sind mehrfach Verwirrungen, die sich in anderweitigen Darstellungen des Gegenstandes fanden, beseitigt. Das Verhältnis der Gravitationsconstante (d. h. der Gravitation zweier Massen von je 1 g im Abstände 1 cm) zum Dyn ist auf $6,48 \cdot 10^{-8}$ berechnet, *Joule* = Arbeitseinheit und *Watt* = Einheit des Effekts pro Sekunde sind streng auseinandergehalten. Die Bemerkungen im Anhang sind besonders beachtenswert, da sie irrthümlichen Auffassungen über die Bedeutung der Dimensionen entgegengetreten. Auch für den elementarsten Unterricht von Wichtigkeit ist der Hinweis, dass die Dimensionen eines Begriffs auch dann noch gültig bleiben, wenn einzelne Faktoren durch ihre Einheiten ersetzt werden. Es ist daher nicht richtig, dass z. B. die Geschwindigkeit einem (in der Zeiteinheit zurückgelegten) Wege gleichwertig sei; sie bezeichnet vielmehr einen eigenartigen Zustand des Körpers, der mit dem zurückgelegten Wege in direktem, mit der Zeit in umgekehrtem Verhältnis steht. Durch solche Hinweise kann die Schrift auch dann dem Unterricht nützlich werden, wenn von einer weitergehenden Verwertung der absoluten Maasse Abstand genommen wird.

P.

Mekanisk Fysik eller Lären om Legemers Ligevægt og Bevægelse. Med 353 Op-gaver og et kort Uddrag af Fysikens Historie af Julius Petersen og Georg Forchhammer. Kjöbenhavn, Lehmann og Stages Forlag, 1888. 8^o. M. 6,00.

In dieser mechanischen Physik oder Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung der Körper sind auf 239 Seiten die Gesetze der Statik und Mechanik fester, flüssiger und gasförmiger Körper entwickelt. Auf Seite 240—292 ist die Wellenlehre und die Akustik zur Darstellung gebracht. Ein kurzer Abriss der Geschichte der Physik, im wesentlichen, wie die Verfasser angeben, nach Dr. Ferd. Rosenberger's *Geschichte der Physik*, hat auf Seite 293—310 Platz gefunden. Den Schluss bilden 117 Aufgaben aus den verschiedenen Gebieten der mechanischen Physik mit kurzen Lösungen (Seite 311 bis 323) und eine kurze Darstellung der absoluten Einheiten (Seite 323 und 324).

Das ist in Kürze der Inhalt des Buches; für wen ist dasselbe bestimmt? Eine Vorrede fehlt, auch das Titelblatt enthält keinerlei Andeutung, aber unter dem Inhaltsverzeichnis findet sich die folgende Notiz: „Dasjenige, was nicht als notwendig für das Studentenexamen [unser Abiturientenexamen] betrachtet wird, ist mit kleinen Lettern gedruckt.“ Danach würden wir also ein Schulbuch vor uns haben. Einer der beiden Verfasser, Julius Petersen, ist in der That Gymnasiallehrer, er muss also wohl die Bedürfnisse der dänischen Schulen kennen; trotzdem will es dem Referenten vorkommen, als seien die Forderungen etwas hoch gegriffen. Zieht man die kleingedruckten Seiten ab und berücksichtigt man daneben, dass der allerdings ziemlich gross gedruckte Text ausser vielen Abbildungen auch noch 236 Aufgaben nebst ihren Lösungen enthält, so bleibt immer noch ein ganz erhebliches und offenbar zu grosses Quantum übrig. Die streng wissenschaftliche Darstellung, welche dem behandelten Stoffe zuteil wird, trägt ihrerseits auch dazu bei, das Buch für Schüler weniger geeignet zu machen: es ist trotz und wegen seiner grossen Vorzüge für diese zu schwer.

Aber aus denselben Gründen, aus welchen wir das Buch Schülern nicht empfehlen zu dürfen glauben, würden wir es Studierenden und Lehrern der Physik um so mehr

empfehlen. Dem Studierenden wird es eine ausgezeichnete Vorbereitung auf Professor Julius Petersen's „Statik“ und „Mechanik“ sein, denn von diesen beiden Büchern ist es selbst vorteilhaft und im besten Sinne beeinflusst. Dem Lehrer und dem Physiker überhaupt bietet es mannigfache Anregung nach Form und Inhalt; die Verfasser haben in den Text nicht nur sehr viele interessante und neue Aufgaben eingeflochten, sie haben auch die Ergebnisse eigener Arbeiten in ihr Buch aufgenommen. Das Phonoskop von Forchhammer, das in dieser Zeitschrift (*Jahrg. 2, Seite 301*) bereits Erwähnung gefunden, ist in der „Mekanisk Fysik“ zum ersten Male abgebildet und beschrieben.

Somit wünscht Referent der „Mekanisk Fysik“ recht viele Leser. Der Umstand, dass sie auf Dänisch geschrieben ist, wird dem allerdings etwas entgegen wirken, aber jeder Norddeutsche, besonders Niederdeutsche wird sehr leicht an sich die Erfahrung machen, dass man ohne Aufwand von sonderlich viel Mühe ein dänisches wissenschaftliches Buch lesen und verstehen lernen kann.

R. v. Fischer-Benzon, Kiel.

Lehrbuch der Physik. Mit einem Anhang: Die Grundlehren der Chemie und der mathematischen Geographie. Von Dr. P. Münch, Realgymnasialdirektor. Mit 232 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Spektraltafel. 9. Auflage. Freiburg, Herder, 1889. XVI und 448 S. M. 4, geb. M. 4,50.

Die neue Auflage dieses vielverbreiteten Lehrbuchs unterscheidet sich von den vorhergehenden namentlich durch Aufnahme des absoluten Maasssystems und durch einige Ausführungen über das Potential. Beides sind Ergänzungen in stofflicher Hinsicht, Methode und Lehrgang haben dadurch keine Veränderung erfahren. Die Ausführungen über das Potential stützen sich auf die bekannte elementare Ableitung des Arbeitswertes der Erdschwere, in der Elektrizitätslehre werden die Begriffe der Niveauläche, des Potentialgefälles und der Potentialdifferenz erläutert. Der letztere Begriff wird bei der Erklärung des galvanischen Elements verwendet, wobei jedoch bestimmte Zahlenwerte statt der gewählten Buchstaben eine noch bessere Anschauung der Verhältnisse gewährt haben würden. In demselben Abschnitt sind auch die elektrostatischen und elektromagnetischen Einheiten zusammengestellt und ihre Beziehungen durch eine Tabelle übersichtlich vorgeführt. — Ein schon von anderer Seite bemerkter Irrtum bei Gelegenheit der communicierenden Röhren ist auch in dieser Auflage noch nicht berichtigt.

P.

Anleitung zur deutschen Landes- und Volksforschung. Im Auftrage der Centralkommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland herausgegeben von Alfred Kirchhoff. Mit einer Karte und 58 Abbildungen im Text. Stuttgart, J. Engelhorn, 1889. XV und 680 S. M. 16,—.

Nach dem Muster von NEUMAYER'S „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“ ist dieses Werk zusammengestellt worden, das durch eine Reihe von Aufsätzen verschiedener Autoren es jedem Gebildeten ermöglichen will, an der Erforschung deutscher Landes- und Volksverhältnisse mitzuarbeiten. Das Buch wird auch dem Lehrer willkommen sein, der das Bedürfnis fühlt, den Unterricht in engerer Berührung mit der Natur zu erhalten; er wird aus diesen Aufsätzen eine Fülle von Hinweisen entnehmen auf das, was in der umgebenden Natur Beachtung verdient und in irgend welcher Hinsicht des Sammelns oder Beobachtens wert ist; die Methoden zu solchem Sammeln und Beobachten sind in dem Werke klar und übersichtlich dargelegt. Die Titel der einzelnen Abschnitte sind folgende: Oberflächenbau (A. PENCK), Gewässerkunde (G. BECKER), Erdmagnetismus (M. ESCHENHAGEN), Klima (R. ASSMANN), Pflanzenverbreitung (O. DRUDE), Tierverbreitung (W. MARSHALL), das Einsammeln von zoologischem Material in Flüssen und Seen (O. ZACHARIAS), somatisch-anthropologische Beobachtungen (J. RANKE), Dialektforschung (FR. KAUFMANN), Volkstümliches in Glaube und Brauch, Sage und Märchen (U. JAHN), Beobachtungen über Besiedelung, Hausbau und landwirtschaftliche Kultur (A. MEITZEN), Wirtschaftsgeographie (W. GÖTZ).

P.

Versammlungen und Vereine.

62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Heidelberg (18.—23. September 1889).

Das bedeutungsvollste Ergebnis der diesjährigen Tagung ist die Umwandlung der Versammlung in eine Gesellschaft mit corporativen Rechten; der Widerspruch, welcher sich anfangs aus Besorgnis vor einer Beschränkung der Freiheit allgemeiner Beteiligung erhob, verschwand, als HELMHOLTZ auf die grossen Erfolge der in ähnlicher Weise entstandenen *British Association* hingewiesen hatte und auf Antrag von SCHWALBE-HELMHOLTZ jedem, der Medicin oder Naturwissenschaft studiert hat, die Möglichkeit der Beteiligung geboten wurde. In seinem Vortrag über die chemischen Probleme der Gegenwart bezeichnete V. MEYER (Heidelberg) als Endziel der theoretischen Forschung die Zurückführung der Erscheinungen auf mathematische Grundlage; zwar habe die Wissenschaft bis heute noch nicht das Wesen von Valenz und chemischer Affinität ergründet, doch schon die stereochemische Auffassung der Bindekräfte des Kohlenstoffatoms sei von Erfolg gekrönt gewesen; in der Systematik der Grundstoffe, in der Synthese der organischen Verbindungen seien der Chemie grosse Aufgaben gestellt. EDISON'S Phonograph wurde in Gegenwart des Erfinders von dessen Vertreter WANGEMANN vorgeführt. Der epochemachende Vortrag von HERTZ über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität ist seither besonders veröffentlicht worden¹⁾, und der von HELMHOLTZ über Wellenbewegung in Luft und Wasser wird noch ausführlicher mitgeteilt werden, während aus den übrigen Vorträgen hier nur einzelne interessante Ergebnisse angeführt werden sollen.

In der physikalischen Abteilung führte KÖNIG Erscheinungen des Zusammenklangs zweier Töne und der Klangfarbe vor; ein Stahlstab, dessen Querschnitt ein Rechteck mit einer abgeschnittenen Ecke ist, giebt, an der schrägen Seitenfläche angeschlagen, die Interferenz der beiden Töne, welche durch das Anschlagen auf den beiden Rechtecks-Seitenflächen entstehen. Bei sehr starkem Anschlagen von zwei Stimmgabeln oder von einem solchen Stab werden noch sekundäre Stosstöne bemerkbar. Sirenen scheiben mit Ausschnitten von der Form zusammengesetzter Wellensysteme geben beim Anblasen durch einen Spalt die diesem System entsprechenden Klänge und Interferenzen. — EBERT bezeichnete den Ausdruck $\Sigma(i/r)$, wobei i die Helligkeit, r die Entfernung der Lichtquelle, als das Luminale eines gegebenen Lichtsystems und legte die Übereinstimmung mit der Potentialtheorie dar. — KNOBLAUCH (Erlangen) sprach über den Zusammenhang zwischen der Concentration einer fluorescierenden Lösung und der Stärke der Fluorescenz (Photoluminescenz). — RECKNAGEL untersuchte die Gleichgewichtsbedingung bei dem Fallen des Wassers aus einem Gefäss in ein anderes, welche beide untereinander an einer Seite der Wage hängen; er kommt zu dem Ergebnis, dass sich die statische Kraft der Masse des oberen Gefässes vermindere, indem diese Kraft zum Teil dynamisch wirksam werde (vgl. MACN'S *Mechanik*, S. 286). — In einem Vortrag über elektrolytische Leitung des Quarzes und des Glases zeigte WARBURG Glasstücke vor, welche unter Anwendung von Lithiumamalgam als Elektrode durch das einwandernde Lithium milchweiss und porös gemacht worden waren; er ist der Ansicht, dass im Bergkrystall Natriumsilikat die Ursache der Leitung in Richtung der Achse sei. — G. MEYER (Freiburg) teilte Untersuchungen mit über elektromotorische Kräfte zwischen Glas und Amalgamen, WARBURG über inconstante Elemente, ELSTER über Zerstreung der negativen Elektrizität durch Sonnen- und Tageslicht; die aktino-elektrische Wirkung ist sehr stark bei negativ geladener, amalgamierter Zinkkugel. In der Ausstellung befanden sich nach ELSTER und GEITEL verfertigte Apparate (Müller-Unkel Braunschweig), um zu zeigen, dass glühender Platindraht eine negative Ladung eines seitlich angebrachten Platinscheibchens sichtbar in verdünntem Sauerstoff entladet, eine positive Ladung in verdünntem Wasserstoff. — QUINCKE hielt einen Vortrag über Protoplasmabewegung und verwandte Bewegungen durch Molekularkräfte. In einem Öltropfen über Wasser wird durch Ausbreitung einer Sodalösung eine Verminderung des Randwinkels, eine Bewegung innerhalb des Öles bewirkt; bei gewisser Zähigkeit desselben entsteht durch Abscheiden von Ölkugeln eine freiwillige Emulsion; zwei schwimmende Ölkugeln nähern sich, sobald Sodalösung zwischen sie gebracht wird. — NEUMAYER berichtete über die Neuberechnung der erdmagnetischen Constanten, welchen ein Material von thunlichst gleichzeitig und symmetrisch verteilten Beobachtungen zu Grunde gelegt wurde; die Ergebnisse wurden durch ein Kartenwerk allgemein zugänglich gemacht; selbst die Abweichungen zwischen den berechneten und den thatsächlich gefundenen Werten sind in Karten dargestellt und zeigen einen gewissen Zusammenhang

¹⁾ Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. Ein Vortrag gehalten bei der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Heidelberg von Heinrich Hertz, Professor der Physik an der Universität Bonn. Bonn, Verlag von Emil Strauss, 1889.

in der Verteilung der Fehler auf der Erdoberfläche, der vielleicht zu einer Verbesserung der Theorie führen kann. ZEHFUSS glaubt, dass eine bessere Annäherung erhalten würde bei Zugrundelegung der ellipsoidischen Erdgestalt. NEUMAYER empfiehlt die Bearbeitung dieses Gegenstandes der neu gegründeten Gesellschaft. Bei den Beobachtungen dürfte das von O. E. MEYER (Breslau) angegebene Gebirgs-Magnetometer Verwendung finden; dasselbe unterscheidet sich von dem Variometer von KOHLRAUSCH im wesentlichen durch die Achsenlage, so dass es die Messung der totalen Intensität des Erdmagnetismus gestattet. — WIENER versuchte stehende Lichtwellen auf photographischem Wege nachzuweisen, indem er das Licht durch ein äusserst dünnes lichtempfindliches Häutchen hindurch gehen, dann senkrecht durch eine Fläche reflektieren liess, wobei beide Flächen nahezu parallel waren; es bildeten sich Streifen auf der photographischen Platte; die Anwendung polarisierten Lichtes führte ihn zu dem Schluss, dass das Licht normal zur Polarisations ebene schwingt oder nach der elektromagnetischen Theorie des Lichtes die Stelle der elektrischen Kräfte einnehme. — Weiter wurde in der physikalischen Abteilung noch gesprochen über magnetische Druckkräfte bei festen Körpern (QUINCKE), über Phosphoreszenz (LENARD), bei welcher die eigentliche Wirkung geringen Mengen von Kupfer, Wismuth, Mangan zuzuschreiben ist; über neuere Wiederholungen der Hertz'schen Versuche (RUBENS), über das Maximum der galvanischen Polarisation (FROMME) und über lichtelektrische Versuche (HALLWACHS). [Infolge der Gleichzeitigkeit der Vorträge in verschiedenen Abteilungen kann hier der Berichterstatter nur die Themata erwähnen.] MEIDINGER machte Bemerkungen über Phonograph und Graphophon; die eigene Stimme ist durch diese Apparate nicht wiederzuerkennen, da sie ursprünglich direkt durch Teile des Kopfes gehört wird.

In der chemischen Abteilung gab V. MEYER ein neues Verfahren zur Bestimmung der Dampfdichte unter vermindertem Druck; WISLICENUS machte Mitteilungen aus seinen Untersuchungen zur Ermittlung der räumlichen Atomlagerung, R. WEBER (Berlin) über den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf seine chemischen und physikalischen Eigenschaften, FRESSENIUS über die Berliner Soolquellen, LOSSEN über Molekularvolum und Atomvolum.

In der Abteilung für Instrumentenkunde demonstrierte LOEWENHERZ ein Aspirations-Psychrometer und sprach über die Prüfung der Instrumente durch die Reichsanstalt; HAENSCH führte einen vereinfachten Polarisationsapparat vor, RONRBECK erläuterte neue Wärme-Regulatoren, LUMMER führte Rowland'sche Gitter und Photogramme vor und sprach über ein neues Contrast-Photometer, CZAPSKI über Abbe-Zeiss'sche Apparate, LINDECK (Charlottenburg) über die Konstruktion von Normalwiderständen, O. E. MEYER über sein Gebirgsmagnetometer (s. o.).

In der Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht hielt TREDLEIN (Karlsruhe) einen Vortrag über das geschichtliche Element im mathematischen Unterricht, ein Thema, welches sich mit dem von PUSCHMANN in der allgemeinen Sitzung behandelten über die Bedeutung der Geschichte für Medicin und Naturwissenschaft berührte, SCHWALBE über die Notwendigkeit der Durchführung des biologischen und geographischen Unterrichts bis zur obersten Klasse; zwei weitere von letzterem angezeigte Vorträge, welche der Aufgabe dieser Zeitschrift näher liegen, kamen leider wegen vorgerückter Zeit nicht zur Ausführung. Auf Antrag von SCHWALBE beauftragte die Abteilung ihre Geschäftsführer, bei dem Vorstand der nunmehr gegründeten Gesellschaft den Wunsch auszusprechen, dass die Abteilung für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in dieser Gesellschaft erhalten bleibe behufs der Wahrung der Interessen und der kontinuierlichen Entwicklung dieses Unterrichts.

Von der Ausstellung für Instrumente wären noch an Apparaten, die Unterrichtszwecken dienen, zu nennen die von Ernecke gebrachten und grossenteils in dieser Zeitschrift beschriebenen: Eine optische Bank von Zwick und Apparate zur Erklärung der elektrodynamischen Maschinen, sowie ein Vertikal-Galvanometer von demselben, das Wasserdilatometer von Poske, ein Bolometer u. a. Die Firma Geissler Nachfolger (Bonn) stellte elektrische Vakuumpumpe nach Crookes, Puluj und Hittorf aus. In einer Quecksilberluftpumpe von Kühlbaum (Basel) wird das Anstauen des Quecksilbers durch ein dünneres Zuleitungsrohr vermieden. *J. Henrici.*

Britische Naturforscherversammlung zu Newcastle, 1889.

Der naturwissenschaftliche Elementarunterricht in England. Auf der letzten britischen Naturforscherversammlung in Newcastle ist der naturwissenschaftliche und speziell der chemische Unterricht von neuem Gegenstand eingehender Erörterung gewesen. Es wurde allseitig zugestanden, dass der chemische Unterricht bisher fast nur in einer Zusammenhäufung und Mitteilung chemischer Thatsachen bestanden habe und deswegen noch nicht von dem Erfolg für die geistige Erziehung

begleitet gewesen sei, den man erwarten dürfte. Man war einig darüber, dass der Unterricht nicht das ganze Gebiet der Chemie „vom Wasserstoff bis zum Uran“ durchlaufen solle, sondern vielmehr sich auf diejenigen Kapitel zu beschränken habe, welche die besten Beispiele für die Methode der wissenschaftlichen Untersuchung liefern. Wir nehmen von diesen Bestrebungen mit um so grösserer Genugthuung Kenntnis, als in dieser Zeitschrift von Beginn ihres Bestehens an gleiche Gesichtspunkte geltend gemacht worden sind. Das Comité, dem u. a. H. E. ARMSTRONG, H. MC. LEOD, PATTISON MUIR, H. E. ROSCOE, W. A. SHENSTONE angehörten, sprach sich übereinstimmend dahin aus, dass es keine wirksamere und anziehendere Methode gäbe, die logischen Fähigkeiten zu erziehen, als diejenige, die durch einen geeigneten Lehrgang in den Naturwissenschaften dargeboten werde; durch kein anderes Mittel werde die Fähigkeit, Thatsachen genau festzustellen und Schlüsse daraus zu ziehen, so sicher entwickelt, wie durch das Studium dieses Gegenstandes. Damit dieser Erfolg erreicht werde, müsse der Unterricht derart gestaltet werden, dass er die Methoden wissenschaftlicher Naturerforschung erläutere; die Schüler sollten sich in die Lage von Entdeckern versetzt fühlen und angeleitet werden, möglichst viele der vorkommenden Experimente selbst auszuführen. Dieser allgemeine Gedanke fand seine Ausführung in den eingehenden Vorschlägen für die Verteilung und Behandlung des Unterrichtsstoffes, die von H. E. ARMSTRONG dem Comité vorgelegt und allgemein gebilligt wurden. Obwohl in Deutschland durch die bekannten methodischen Arbeiten schon seit längerer Zeit auf eine derartige Gestaltung des Unterrichts hingewiesen worden ist, dürften die Vorschläge doch allen der Anteilnahme wert scheinen, die sich die Vervollkommnung der Methode ihres Unterrichtes angelegen sein lassen. Besondere Beachtung verdient auch, dass in England der naturwissenschaftliche Unterricht ein stehendes Thema ernsthafter Diskussion auf den Naturforscherversammlungen ist, und dass die hervorragendsten Forscher es sich angelegen sein lassen, durch Rath und That zur Förderung dieses Unterrichtes beizutragen. Im nächsten Heft wird ein ausführlicher Bericht über den Armstrong'schen Lehrplan gegeben werden. P.

Die Fortbildungskurse an der Universität Jena.

Dem Bericht eines Teilnehmers entnehmen wir, dass der Grundgedanke von Fortbildungskursen für akademisch gebildete Lehrer (wie deren für Ärzte bereits seit längerer Zeit bestehen) sich bei diesem ersten Versuch im Herbst d. J. als durchaus lebenskräftig erwiesen hat. Der Erfolg der Kurse hat allerdings darunter gelitten, dass infolge der geringen Zahl von Anmeldungen auch seminaristisch gebildete Lehrer zugelassen wurden, deren Ansprüche sich naturgemäss mit denen der übrigen Teilnehmer nicht deckten. Da für seminaristisch gebildete Lehrer bereits anderweitige Fortbildungseinrichtungen bestehen, so darf erwartet werden, dass bei einer Wiederholung der Kurse und bei stärkerer Beteiligung der akademisch gebildeten Lehrer den Bedürfnissen der letzteren in höherem Maasse Rechnung getragen wird, als es bei diesem ersten Versuche geschehen ist. Unter dem erwähnten Umstande hatte namentlich der chemische Kursus (Prof. Reichardt) zu leiden. Der physikalische Kursus (Prof. Schäffer) bot in der sog. *Physica pauperum* und den „Beruhigungsapparaten“ des Vortragenden vieles für den Unterricht Verwertbare. Daneben hielt Prof. Winckelmann mit dankenswertem Entgegenkommen zwei nicht im Programm vorgesehene höchst lehrreiche Vorträge über die HERTZ'schen Versuche und über Interferenz des Lichtes. Der botanische Kursus (Prof. Detmer) entsprach dem Zwecke eines Fortbildungsunterrichts in ausgezeichnete Weise, indem er nach den neuesten Forschungsergebnissen Bau und Leben der Pflanze schilderte und dabei fortgesetzt auf die praktische Verwertung im Unterricht Rücksicht nahm. Das allgemeinste Interesse erregte die Schulhygiene (Prof. Gärtner). Grossen Anklang fanden ferner die psychologisch-pädagogischen Vorträge (Prof. Rein), ebenso die leider infolge Zeitmangels zu früh beendeten interessanten Vorlesungen über physische Geographie und Colonisation (Prof. Pechuël-Löschke) und die Vorträge über Goethes Jugendjahre (Prof. Litzmann). Auch war den Teilnehmern die Besichtigung der Mikroskopfabrik von Zeiss unter Führung von Prof. Abbe, der Sternwarte, des anatomischen Museums und der zoologischen Sammlungen lehrreich und nutzbringend.

Es ist zu hoffen, dass Kurse dieser Art unter günstigeren Bedingungen öfter eingerichtet werden. Dass die Beteiligung seitens der in erster Reihe dazu Berufenen diesmal eine so spärliche war, mag seinen Grund einerseits in dem Mangel nachdrücklicherer Hinweise auf das erst spät bekannt gewordene Unternehmen haben, andererseits liegt die Schuld sicher auch in der ungünstig gewählten Zeit, da die erste Woche der Kurse grade mit der letzten Woche des Schulhalbjahrs in Norddeutschland zusammenfiel. Zu dieser Zeit ist es erfahrungsgemäss für den Lehrer so gut wie unthunlich, einen Dispens von seinen Amtsverpflichtungen nachzusuchen, während dies

am Beginn des Halbjahrs geringeren Schwierigkeiten begegnen würde. Bezüglich dessen, was von solchen Kursen in erster Reihe erwartet werden müsste, möge hier darauf hingewiesen werden, dass es sich weniger um eine Einführung in die neuesten Fortschritte der Forschung, als vielmehr vornehmlich darum handeln sollte, dass den Teilnehmern Gelegenheit geboten wird, sich in der Ausführung und methodischen Durcharbeitung von Unterrichtsversuchen zu vervollkommen. Wir glauben nicht zu irren, wenn wir dieses Bedürfnis, welches eine natürliche Folge der heutigen gänzlich unzureichenden Vorbildung ist, als ein weit verbreitetes und oft genug peinlich empfundenes bezeichnen. Diesem Bedürfnis entgegenzukommen sollte daher der Hauptzweck solcher Fortbildungskurse sein. Die Hinzufügung von Vorträgen und Demonstrationen der neuesten Forschungsergebnisse würde dann als eine willkommene Ergänzung begrüßt werden können. Wer sich in diesem Sinne um die Weiterbildung der Lehrer der Naturwissenschaften bemühen wollte, würde auf freudiges und dankbares Entgegenkommen rechnen dürfen. P.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 25. Oktober 1889. Herr A. Kundt widmete dem Andenken des im August d. J. verstorbenen Dr. ROBERT VON HELMHOLTZ einen Nachruf. Herr W. v. Bezold trug über die verschiedenen Ursachen der Wolken- und Niederschlagsbildung vor. (Eine populäre Darstellung desselben Gegenstandes hat der Vortragende in der Zeitschrift *Himmel und Erde*, Oktob. u. Nov. 1889, veröffentlicht.) Herr H. v. Helmholtz sprach über die Theorie von Wind und Wellen im Anschlusse an seine in den Ber. d. Berl. Akad. veröffentlichten Abhandlungen.

Sitzung am 8. November 1889. Herr J. Pernet demonstrierte den EDISON'schen Phonographen neuester Konstruktion.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 23. September 1889. Herr R. Heyne sprach über das Photographieren mit farbenempfindlichen Platten und legte wohlgelungene Photographien vor, die von einem Schüler mittelst eines selbstgefertigten Apparates hergestellt waren. Herr F. Poske teilte die Erklärung einer von SZYMANSKI gemachten Beobachtung am Elektroskop (*Ztschr. II*, 129) mit. Berichtet wurde über neue Apparate und Versuche.

Sitzung am 21. Oktober 1889. Herr M. Koppe trug über eine Abänderung der Versuche vor, welche von FR. C. G. MÜLLER zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Gase (*Ztschr. II*, 275) angegeben worden sind, und zeigte wie man den Apparat zur Höhenmessung verwenden kann. Herr R. Heyne machte Mitteilungen über EDISON's neuen Phonographen.

Sitzung am 4. November 1889. Herr F. Poske sprach über PFAUNDLER's Erklärung der Influenz mit Hülfe des Potentialbegriffs und gab Versuche zur elementaren Einführung in die Lehre vom Potential an. Derselbe besprach einen wenig bekannten Versuch von GALILEI (*d. Heft*, S. 92), sowie ältere Versuche von SCHOENEMANN zur Erläuterung des Gesetzes der Aktion und Reaktion. Herr G. Krech machte Angaben über die zweckmässigste Art der Darstellung von Sauerstoff für den Zirkonlichtbrenner. Herr H. Hahn teilte ein Verfahren zur Absprengung von Glasröhren mit.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Ein Lichtbrechungsapparat, wie er von SZYMANSKI und von LeCONTE STEVENS (*d. Ztschr. II*, 62 und 87) beschrieben worden ist, wird von der Firma Dr. Steeg und Reuter in Homburg v. d. H. konstruiert. Der Halbcylinder von Glas hat 5 cm Durchmesser und 3 cm Höhe (Preis 20 M.); ein solcher von Kalkspat hat ca. 20 mm Durchmesser und 20 mm Höhe (Preis 27 M.). Der fertige Apparat, aus dem Halbcylinder von Glas und einem Teilkreis aus Pappe von 30 cm Dchm. bestehend, wird für 40 M., derselbe Apparat mit dem Kalkspathalbcylinder für 45 M. geliefert. Auch Hohlcylinder für Flüssigkeiten mit horizontal stehendem Teilkreis werden (für 40 M.) angefertigt; die Hohlcylinder allein für 20 M. — Die Firma liefert ferner alle Apparate für Interferenz und Polarisation des Lichts (laut Spezialverzeichnis) in rühmlich bekannter Ausführung.

Die Firma Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin fertigt den von OHMANN angegebenen Apparat zur Demonstration des spezifischen Gewichtes. Der Apparat besteht aus einem Hohlwürfel von starkem Messingblech, welcher genau 100 cem fasst, und massiven Würfeln von Eisen, Kupfer, Blei, Zink u. s. w., welche letzteren genau in den Hohlwürfel hineinpassen. Die Würfelseite ist $46\frac{1}{2}$ mm, so dass also das Volumen der Würfel gerade 100 cem beträgt. Dieser Apparat

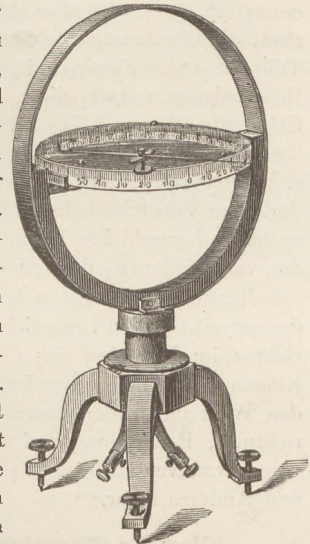
unterscheidet sich von den bisher üblichen dadurch, dass er das spezifische Gewicht direkt durch die auf die Wagschale aufgelegten Gewichte ohne irgend welche Rechnung erkennen lässt.

Eine Tangentenbussole für den Unterricht.

(Nach Angabe von Dr. F. Poske.)

Construiert von Ferdinand Ernecke in Berlin.

Die Tangentenbussole in der allgemein üblichen Einrichtung macht es der Mehrzahl der Schüler unmöglich, den Ablesungen zu folgen. Die mannichfachen Übelstände, welche dies nach sich zieht, können in einfachster Weise vermieden werden, indem man die Nadel in ein Gehäuse setzt, dessen Radius nahezu gleich dem des Kupferinges ist. Das Gehäuse besteht in einer Glasschale mit senkrechten Wänden, die eine Gradteilung tragen; die Schale wird mit einer kreisrunden Spiegelscheibe bedeckt und somit völlig abgeschlossen. Mit der Magnetonadel ist eine senkrecht dazu gestellte Aluminiumnadel verbunden, deren Länge etwa dem Durchmesser der Glasschale gleichkommt und deren Enden senkrecht nach oben eingebogen sind. Steckt man auf das der Vorderseite zugewandte Ende ein farbiges Blättchen, so lassen sich die Bewegungen noch aus beträchtlichem Abstände verfolgen. Die Ablesungen sind bis auf $\frac{1}{4}^\circ$ genau. Nötig ist, dass die Nadel gut centriert ist und dass die Schale fest und sicher in die hölzernen Querstücke, auf denen sie ruht, eingesetzt ist. Die Bussole eignet sich in dieser Form auch vorzüglich für die Benutzung in Stunden, in denen künstliche Beleuchtung erforderlich ist; es empfiehlt sich dann, die Hinterseite der Glasschale mit einem halbkreisförmigen Schirm aus Seidenpapier zu umgeben und hinter diesem eine Lichtquelle aufzustellen. Preis 150 M.



1:10

Correspondenz.

Von Herrn Dr. K. Noack erhielten wir auf unseren Wunsch folgende Mitteilungen über die Vorbildung von Lehrern des physikalischen Unterrichts am pädagogischen Seminar in Giessen:

„Es wurden mir im November vorigen Jahres fünf Mitglieder des Seminars mit Fakultas für Physik zur Einführung in die spezielle Methode dieses Unterrichts überwiesen, nachdem dieselben durch den Leiter des Seminars mit den allgemeinen Grundsätzen der Pädagogik bekannt gemacht und in den Unterrichtsbetrieb eingeführt worden waren. (In Bezug hierauf verweise ich auf die Veröffentlichungen des Herrn Geh. Oberschulrat Schiller in den „Lehrgängen und Lehrproben“, Heft 10 (1887), S. 109 und in der Zeitschr. für Gymnasialwesen Bd. 37, Seite 577—604). Mitte August dieses Jahres, also nach neunmonatlicher Beschäftigung mit diesem Unterricht, wurden die Herren von der Anstalt entlassen. Ihre Thätigkeit während dieser Zeit gestaltete sich folgendermaßen: Zunächst wohnten die Mitglieder, verteilt auf mehrere Klassen, dem physikalischen Unterricht lediglich zuhörend und beobachtend bei; vor den Lektionen wurde meist der zu behandelnde Gegenstand nach seinen Hauptgesichtspunkten besprochen und eine knappe Disposition für die Stunde gegeben. An den Unterricht schloss sich dann eine Besprechung der Teilnehmer an, in der dieselben über Ziel und Gang des Unterrichts Rechenschaft zu geben hatten. Durch einen viermaligen Wechsel der Klassen innerhalb der neun Monate erhielten auf diese Weise alle Beteiligten Gelegenheit, den ganzen Unterrichtsbetrieb der Anstalt hinreichend aus eigener Wahrnehmung kennen zu lernen. Zur Bethätigung des eigenen Könnens und der erfolgreichen Teilnahme am Unterricht haben die Mitglieder in abgemessenen Pausen je drei Probelektionen erteilt. Dieselben fanden in Gegenwart des Direktors auf Grund einer schriftlich vorzuliegenden, ausführlichen Disposition statt. Den Schluss bildete eine gemeinsame Besprechung, beginnend mit einer Selbstkritik des Probanden, welcher die Bemerkungen der übrigen Mitglieder folgten. Zur Förderung dieser Probelektionen fanden von Zeit zu Zeit Musterlektionen von seiten des einführenden Lehrers über geeignete Themata statt, die ebenfalls in Anwesenheit des Direktors abgehalten wurden. Über diese Musterlektionen besagen die „Grundsätze für die Einführung der Mitglieder des pädagogischen Seminars in die Lehrthätigkeit“ folgendes: „In jedem Gegenstande eines Klassenunterrichts werden einige Musterlektionen von dem betr. Lehrer erteilt, von deren Anberaumung

dem Direktor jeweils Kenntnis zu geben ist. Aufgabe derselben ist es, durch schärfste Dispositionierung und Gliederung das Ziel der Lektion und durch möglichst durchdachte Behandlung die Kunst planmässiger Ausgestaltung des Stoffes zu deutlicher Anschauung zu bringen. Es empfiehlt sich hierbei, dass der betr. Lehrer selbst eine schriftliche Disposition für seine Musterlektion anfertigt, und diese vorher oder nachher den Kandidaten zur Kenntnis bringt, seine eigene Lektion auch hinterher bespricht, das in der Ausführung ihm selbst minder Gelungene offen aufdeckt, es corrigiert, vor allem aber sich überzeugt, inwieweit die Mitglieder des Seminars im Stande gewesen sind, die Gliederung des Stoffes, ihre Begründung und Absicht herauszuerkennen.“ Neben dieser Teilnahme der Seminarmitglieder am Unterricht selbst fanden zweimal wöchentlich einstündige Besprechungen statt, die unter Anderem den Zweck hatten, die Herren mit den gebräuchlicheren Schulapparaten und ihrer Verwendung im Unterricht bekannt zu machen. Es wurden zu diesem Zwecke Aufgaben aus dem physikalischen Unterricht gestellt, die von allen Mitgliedern vorbereitet und schliesslich von einem derselben in schulgemässiger Weise unter Ausführung der erforderlichen Versuche behandelt wurden; dabei wurde besonderer Wert auf die Anordnung der Versuche und geschickte Behandlung der Versuchsergebnisse gelegt und eine kritische Vergleichung der verschiedenen, demselben Zwecke dienenden Formen der Apparate angestellt. Von anderen bei diesen Besprechungen behandelten Fragen erwähne ich nur die folgenden: „Ziel und Umfang des physikalischen Unterrichts an den höheren Lehranstalten; Stellung des physikalischen Unterrichtes im Lehrplan des Gymnasiums; Ausarbeitung eines Speziallehrplanes für die einzelnen Klassen mit Angabe der hauptsächlichsten Versuche auf Grund der allgemeinen Lehrpläne; über den Wert messender Versuche in den oberen Klassen und die zu erreichende Genauigkeit; Einrichtung, Behandlung und Ergänzung der physikalischen Sammlung; Besprechung einer Anzahl von Normalverzeichnissen physikalischer Schulsammlungen; Dispositionen zu Unterrichtsstunden und Anderes mehr.“

Herr Dr. Max Simon in Berlin schreibt uns zu der Mittheilung des Herrn Professor L. MATTHIESSEN über die Bestimmung des specifischen Gewichts von Körpern, die leichter als Wasser sind (Heft I, 34), dass das dort angegebene Verfahren seiner Meinung nach wohl instruktiv, aber für die Schule weder einfach noch durchsichtig genug sei. Nach einem Hinweis auf die übliche Methode, den Gewichtsverlust im Wasser durch direkte Wägung zu bestimmen, fährt er fort:

„Genau so kann bei der Bestimmung des specifischen Gewichts leichter Körper verfahren werden, wenn nur dafür gesorgt wird, dass sie in das unter die Schale gestellte Gefäss mit Wasser eintauchen. Dies wird ganz einfach dadurch erreicht, dass der Draht, welcher den leichten Körper, z. B. den Kork, im Wasser erhalten soll, auf irgend eine Weise — durch Anlöten oder Einschrauben — mit der Schale fest verbunden wird. Das untere Ende des Drahtes ist leicht in passender Weise herzurichten, um verschiedenartige Körper daran befestigen zu können.“

Wir bemerken dazu, dass auch dieser Vorschlag eine Lücke in der bisherigen Anleitung zur Bestimmung des specifischen Gewichts fühlbar macht, die wohl nicht selten in der von Herrn Prof. Matthiessen angegriffenen Weise ausgefüllt worden sein mag (so u. a. auch in Weinhold's vortrefflicher Vorschule der Experimentalphysik). Das von Matthiessen vorgeschriebene Verfahren hat den Vorzug der Eleganz, während das des Herrn Einsenders für den Anfangsunterricht geeigneter sein dürfte.

K. N. — Das Phonoskop von G. Forchhammer findet sich ausführlicher beschrieben in *Tidsskrift for Fysik og Kemi* 1887, p. 97—103; *Wied. Beibl.* 1888, p. 453—455; *Humboldt* 1888, p. 44—46. Der Apparat ist nur durch den Erfinder (Kopenhagen, Loessógade 23, 4) zu beziehen.

G. F. — Summer Tainter ist der erste gewesen, der (1885) statt des Stanniols das Wachs für den Phonographen benutzt hat. Edison hat diese Entdeckung weiter vervollkommenet und bei seinem neuen Phonographen angewendet.

H. H., Hannover. — Wir nehmen gern davon Notiz, dass es sich empfiehlt, die Verunreinigungen technischer Rohprodukte im Unterricht nachzuweisen und damit den Wert der chemischen Reaktionen darzuthun. Neben Eisen würden auch Schwefelsäure und Chlor als Verunreinigungen der rohen Salzsäure zu berücksichtigen sein; Salpetersäure kommt allerdings auch, aber nur selten, darin vor.

Berichtigung. In den „Physikalischen Aufgaben“ des vorigen Heftes ist S. 28 Z. 15 „Quecksilberbarometer“ zu lesen.



Fig. 1. Ungleichnamige Pole

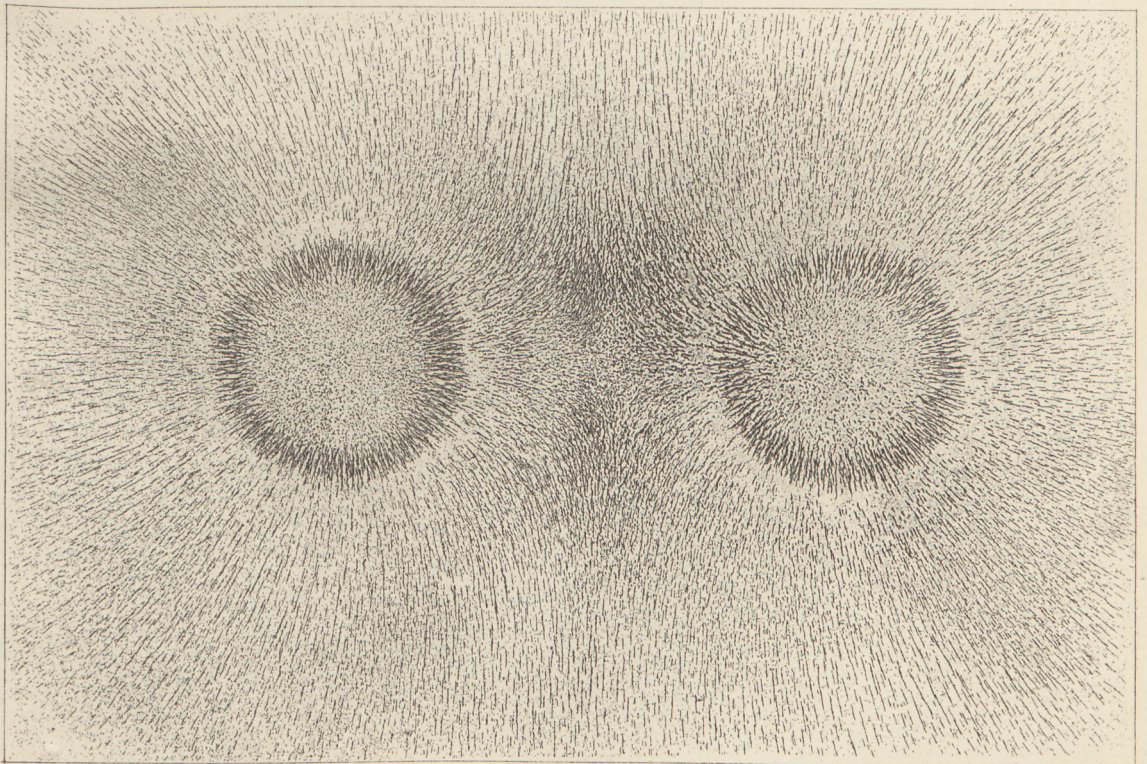


Fig. 2. Gleichnamige Pole

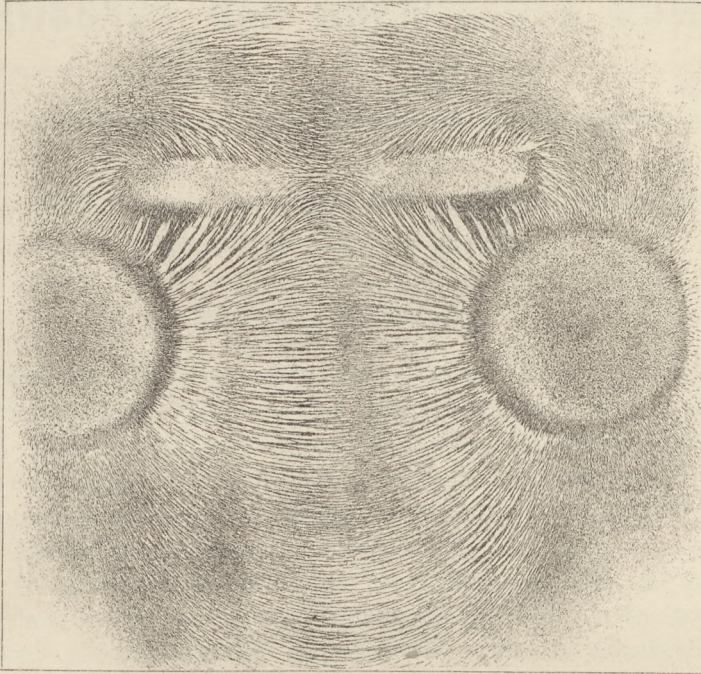


Fig. 3. Weiches Eisen im Felde

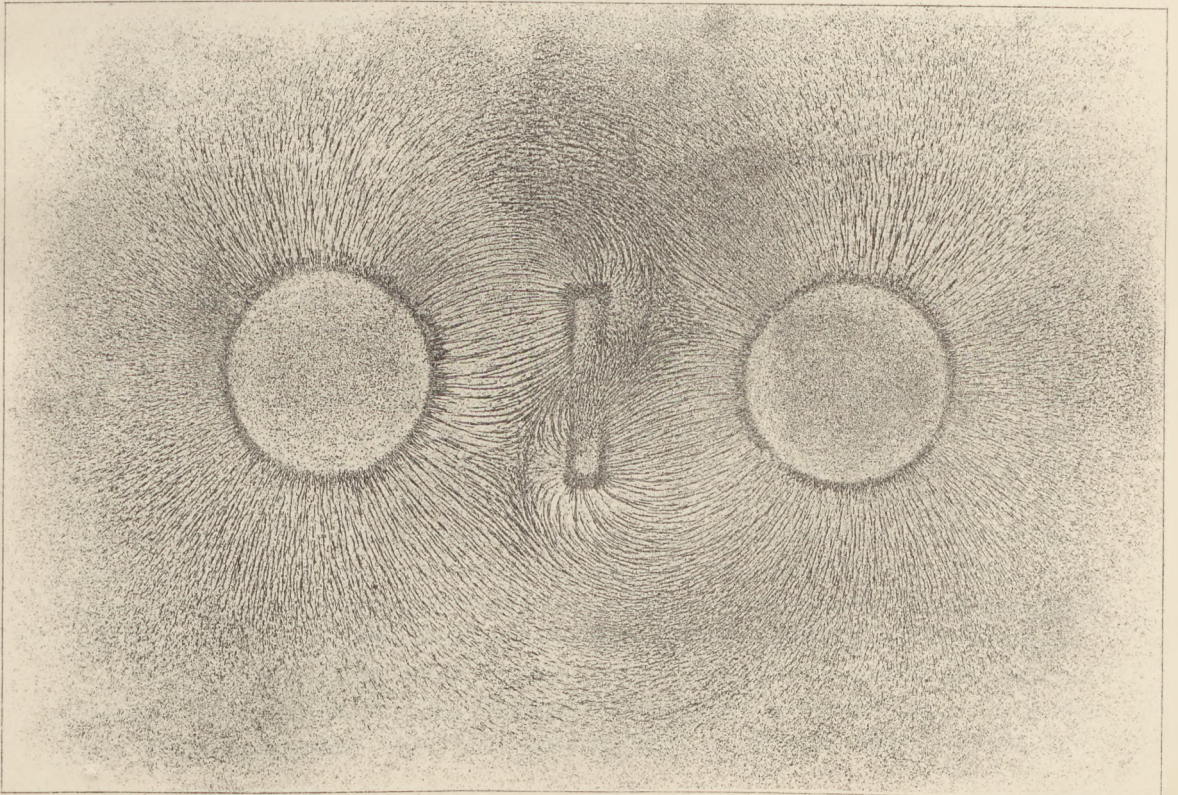


Fig. 4. Magnet im Felde