Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

VIII. Jahrgang. Sechstes Heft. August 1895.

Ein Differential-Thermoskop (Doppel-Thermoskop).

Von
Prof. Dr. Looser in Essen.

Ohne den bis jetzt bestehenden, zum Teil bewährten Apparaten ähnlicher Art ihre Brauchbarkeit irgendwie absprechen oder verkleinern zu wollen, glaube ich doch in der Einrichtung, welche ich an dieser Stelle dem Urteile meiner Fachkollegen unterbreiten will, einen Fortschritt, weniger in Betreff des Indikatoren, (die von Holtz, Karsten, Szymansky, Jolly u. A. sind sehr gut, wohl zum Teil noch empfindlicher) wohl aber in Betreff der Receptoren sehen zu dürfen.[1]) Auch ist durch eine grosse Anzahl in ihrer Art vielfach neuer Versuche die thermoskopische Methode, wenn ich so sagen darf, erweitert und ausgebaut worden. Was die Indikatoren anbelangt, so sind allzuempfindliche für die in der Temperatur wenig constanten Schulzimmer und Hörsäle nicht einmal wünschenswert, sofern nur die Manometer empfindlich genug sind um einen genügenden, überall leicht erkennbaren Ausschlag zu geben. Sodann ist in der Anordnung, dass hier zwei Flüssigkeitsindikatoren dicht nebeneinander liegen, ein sehr bequemes Mittel zur Vergleichung geboten. Die Säulen sind, wie aus Fig. 1 ersichtlich, so eingerichtet, dass bei gleichzeitigen (Doppel-) Versuchen die Unterschiede selbst weniger Millimeter wahrnehmbar sind, und bei Einzelversuchen die andere das Ergebnis von der Zimmertemperatur unabhängig macht, indem sie als Controlle dient. Ist z. B. während eines Versuches der eine Flüssigkeitsindex von 15 auf 21, der nicht benutzte von 15 auf 15,5 gestiegen, so ist die Differenz durch 21 bis 15,5 gegeben. Ein weiterer Vorzug der Indikatoren ist der, dass durch angebrachte Schlitze gleichzeitig der hinter dem Apparate stehende Vortragende den Stand der Säulen bequem beobachten und an dem ihm zugewandten mittleren Skalenstreifen ablesen kann. Auch die Billigkeit dürfte bei der sehr ökonomischen Disposition in Betracht kommen[2]).

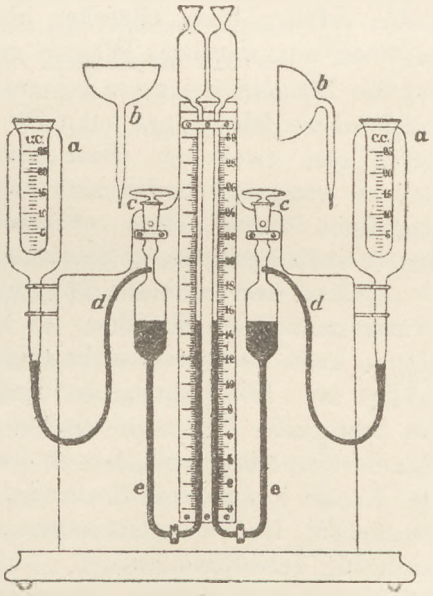


Fig. 1.

Als Indikatoren dienen zwei U-förmig gebogene Röhren *e*, die an einer

[1]) *Anm. der Red.* Als Vorläufer des hier beschriebenen Thermoskops darf das von Ad. Schumann angegebene, seit Jahren von F. Ernecke in Berlin angefertigte Differential-Thermoskop nicht unerwähnt bleiben. Der Receptor bestand hier in einem becherförmigen, die Thermoskopkugel umgebenden Glasgefäss.

[2]) Nur zu beziehen durch die Firma Müller & Meiswinkel in Essen für 45 M.; sämtliche in der vorliegenden Abhandlung erwähnten Nebenapparate (die elektrischen und Krystallplatten

Seite stark erweitert sind. Die Skala ist, um sie weisser und deutlicher hervortreten zu lassen, nur in (60) halbe cm geteilt, da Millimeter sich leicht, wo es nötig ist, abschätzen lassen. Ueber der Erweiterung ist ein Glashahn mit einem weissen Tupfen angebracht, der, dem Beschauer zugewandt, anzeigt, dass die äussere Luft mit der im Apparat in Verbindung steht. In diesem Falle stehen beide Flüssigkeitssäulen auf Teilstrich 15; soweit ist also auch beim ersten Gebrauch die gefärbte Flüssigkeit (Alkohol und Indigolösung) einzufüllen. Damit bei heftigen Wirkungen die Flüssigkeit nicht herausgeschleudert wird, sind die Röhren oben erweitert und zum Schutze gegen Staub mit Watte verschlossen; ein bei *d* angebrachter dünner Gummischlauch setzt sie mit den Receptoren in Verbindung.

Von den Receptoren ist der am meisten gebrauchte Teil die Kapsel *a*. (Wenn im folgenden schlechtweg von Kapsel gesprochen wird, so ist diese gemeint.) Sie besteht aus einer in ccm geteilten Röhre, an die eine andere sie umschliessende angeschmolzen ist, letztere verengt sich für den Schlauchansatz und wird in zwei Ringen sicher und stabil getragen. Die erstgenannte Röhre nimmt die zur Verwendung kommende Flüssigkeit auf. Die ganze erzeugte Wärmemenge kommt also zur Wirkung auf die umschliessende Luftkapsel. Bei der ausreichenden Empfindlichkeit ist es jedoch in den wenigsten Fällen nötig, die Flüssigkeit direkt in *a* zu giessen; für die grössere Anzahl der Versuche genügt es, eines der beigefügten, in *a* genau passenden Einsatzgläschen zu verwenden. Die nachherige Reinigung wird dadurch erleichtert, und man kann die Versuche in kürzerer Zeit aufeinander folgen lassen. Dabei erfüllen diese Gläschen noch den Zweck, dass sie mit kaltem (oder je nachdem mit warmem) Wasser gefüllt in *a* eingesetzt, die Kapsel rasch wieder auf die Zimmertemperatur bringen, von der alle Versuche ausgehen sollen. Der beschriebene Glaskörper kann für manche Versuche durch eine Halbkugel oder durch eine zweiteilige Glaskapsel ersetzt werden. Die übrigen Nebenapparate sind an geeigneter Stelle noch näher erläutert. Um die bei den Versuchen über strahlende Wärme nötige vertikale Stellung der Halbkugel zu ermöglichen, ist die angeschmolzene Röhre rechtwinkelig gebogen (Fig. 1).

Man beginnt einen feineren Versuch (über strahlende Wärme, spezifische Wärme u. s. w.) nicht eher, als bis beide Flüssigkeitssäulen beim Aufdrehen der Hähne keine Bewegung mehr zeigen, also ein Ausgleich mit der Zimmertemperatur erfolgt ist. Die Füllung der Kapseln geschieht am sichersten, namentlich wenn ein bestimmter Teilstrich erreicht werden soll, mittelst Pipette. Wasser von der Zimmertemperatur soll stets in besonderem Gefässe vorrätig sein. Die Entleerung der Kapsel kann durch Herausziehen aus den Ringen ohne Ablösen des Schlauches geschehen. Nach dem Gebrauche muss die Kapsel durch den beigegebenen Wischer sorgfältig getrocknet werden. Luftblasen beim erstmaligen Füllen der Manometer mit gefärbter Flüssigkeit, die man an der oberen Erweiterung eingiesst, entfernt man leicht, indem man mittels des Schlauches *d* Luft durch Blasen einpresst und die Flüssigkeitssäule in die obere Kapsel treibt.

Es folgt nun die Beschreibung der einzelnen Versuche.

A. Ausdehnung der Körper.

1. Für die Ausdehnung kommt zunächst nur die Luft oder überhaupt ein Gas in Betracht; zum Nachweis genügt das Anfassen einer Kapsel mit der Hand.

---

im Versuch 8 ausgenommen) für etwa 80 bis 85 M. Die genannte Firma giebt das Thermoskop und sämtliche Nebenapparate kostenfrei zur Prüfung. Für In- und Ausland hat dieselbe Patent angemeldet.

2. Dass erwärmte Luft aufsteigt, kalte niedersinkt, lässt sich mittelst zweier nicht zu enger Pappcylinder (10—15 cm Durchmesser) zeigen. Hält man (Fig. 2) unter den einen ein glimmendes Stück Schwamm (Holzkohle), so erwärmt die aufsteigende Luft die über den Cylinder mittels Tiegelzange gehaltene grössere Halbkugel. Setzt man in den Cylinder (Fig. 3) mittels Drahtschlinge ein mit Kältemischung gefülltes Deck- oder Becherglas und stellt den Cylinder ca. 1 cm über eine grössere Halbkugel, so kühlt sich diese ab. Es genügt ein zusammengerollter Bogen Zeichenpapier. Diesen, sowie auch die Pappcylinder durchsticht man horizontal mit einer Stricknadel oder Glasstab, die man leicht an Holzstativen oder Haltern befestigen kann.

Fig. 2.

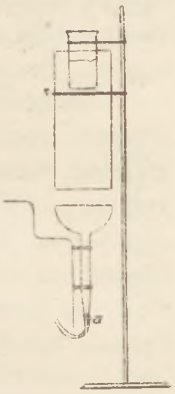


Fig. 3.

3. Hebt man eine grosse Halbkugel an genügend langem Schlauche (an den Thermoskopschlauch mittels Verjüngungsstück angesetzt) zur Decke, so zeigt sich deutlich der Temperaturunterschied der oberen und unteren Luftschichten des Zimmers.

4. Sehr gut lässt sich auch die unregelmässige Ausdehnung des Wassers nachweisen. Füllt man ein möglichst hohes Einmachglas mit Eiswasser und hängt die mit Schrot gefüllten Glaskapseln in der in Fig. 4 angedeuteten Weise ein (die obere mit Drahtschlinge), so zeigt bald die untere Kugel eine höhere Temperatur an, es schwimmt also kälteres auf wärmerem Wasser. Nach einiger Zeit kehrt sich das Verhältnis um. Der ganze Versuch beansprucht längere Zeit, etwa eine Stunde.

Fig. 4.

B. Wärmeleitung.

5. Um die Unterschiede in der Wärmeleitungsfähigkeit der Körper zu veranschaulichen [3]), bedient man sich der beigefügten Kupfer- und Eisenstangen, die an einem Ende so umgebogen sind, dass sie bis nahe auf den Boden der mit Wasser gefüllten Kapseln tauchen können (Fig. 5). Man kreuzt die freien Enden in wenigen cm Abstand und setzt unter die Kreuzungsstelle eine Bunsenflamme, während man die Strahlung nach Möglichkeit abhält. Schon nach kurzer Zeit zeigen sich erhebliche Differenzen. Um den Einfluss der Strahlung möglichst zu eliminieren, setze man die Flamme schon einige Zeit an ihre Stelle und lege erst dann, wenn die Thermoskope einigermaassen Constanz zeigen, die Stäbe auf. (Siehe auch Versuch *14*).

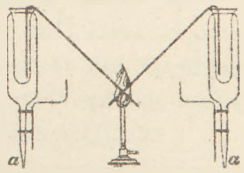


Fig. 5.

6. Ein anderes Arrangement zeigt, dass die Hauptunterschiede durch die Verluste an die Umgebung und die spezifische Wärme bedingt sind. Dasselbe giebt ausserdem die Möglichkeit, Stoffe in Vergleich zu ziehen, die bis jetzt nur sehr schwer zu solchen Versuchen sich verwenden liessen. Zu dem Zwecke werden die beiden mattgeschliffenen Halbkugeln *h* eingesetzt (Fig. 6). Legt man auf dieselben zwei 20 mm dicke Platten aus Eichen- oder Buchenholz *c*, deren Fasern einmal senkrecht, dann parallel zur Axe des Cylinders laufen, und setzt auf

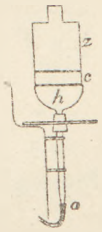


Fig. 6.

[3]) Verfasser hat jetzt einen besonderen Apparat construiert, der die Unterschiede von 6 bis 8 Körpern gleichzeitig auf bequeme Art durch Differenzen an Alkoholmanometern veranschaulicht.

diese zwei mit siedendem Wasser gefüllte Zinkbecher *z*, so ergiebt sich bereits nach 2 bis 3 Minuten, dass das Holz in der Richtung parallel zu den Fasern die Wärme besser leitet als in allen anderen. Der Versuch konnte bisher nicht ohne Thermosäule und Platingitter zum Erwärmen einem grösseren Auditorium gezeigt werden (Tyndall).

Natürlich ist die Reihe der hier zur Verwendung möglichen Stoffe unbegrenzt. Von besonderem Interesse sind jedoch die Metalle (*7.*), weil hier dem üblichen Arrangement gegenüber (s. o.) die Dimensionen sich gewissermaassen umkehren. Da ergiebt sich denn auf einfache Weise der grosse Einfluss der spezifischen Wärme, den Tyndall bekanntlich durch Abschmelzen eines Wachskügelchens auf Wismuth und Kupferwürfel nachwies. Abgesehen davon, dass dies für grosse Hörsäle nicht deutlich ist, zeigt sich der Versuch auch, weil Tyndall die Körper auf den Leslieschen Würfel setzte, durch den sie von heisser Luft umspült wurden, nicht einwandfrei. Verfährt man wie oben mit Kupfer und Blei, so erhält man für Blei, trotzdem *Cu* 8 bis 9mal besser leitet, den grösseren Ausschlag, weil das Blei zwar weniger Wärme an seiner Unterseite empfängt, sich damit aber infolge seiner geringeren spezifischen Wärme stärker erwärmt. Die Einflüsse von Strahlung und Strömung sind bei dieser Anordnung des Versuches gänzlich ausgeschlossen. Eisen und Kupfer zeigen wenig Unterschied. Von Interesse ist auch ein Vergleich zwischen dem gut leitenden Kupfer und dem schlecht leitenden Marmor. Dieser bleibt wegen seiner höheren spezifischen Wärme nur wenig hinter Kupfer zurück.

8. Auf dieselbe Art hat Verfasser nachgewiesen, dass Bergkrystall in der Richtung der Hauptaxe die Wärme am besten leitet. (Sénarmonds Versuch der elliptischen Abschmelzung von Wachs auf einem Längsschnitte des Bergkrystalls.)

9. Die Unterschiede in der Wärmeleitung der Flüssigkeiten lassen sich durch nebenstehenden Apparat zeigen, doch liefert gerade der Versuch mit der Kupfer- und Bleiplatte den Beweis, dass für geringe Dimensionen der Einfluss der spezifischen Wärme eine zu hervorragende Rolle spielt, um solche Versuche als beweiskräftig anzusehen. Man hat nur nötig, die Gläser *c* mit Wasser einerseits, oder Glycerin oder Quecksilber andererseits (Fig. 7) anzufüllen, *a* mit den Thermoskopschläuchen zu verbinden, beide in ein Gefäss zu setzen und warmes Wasser (40 bis 50°) zuzugiessen, um sofort starke Unterschiede zu constatieren (Schwalbe).

Fig. 7.

10. Die Strömungen werden besser bei folgender Anordnung vermieden, über welche genauere Versuche noch ausstehen. Durch Flaschen *f* (Fig. 8) mit abgesprengten Böden steckt man die beiden kleinen Halbkugeln. 2 bis 2,5 cm darüber muss die zu untersuchende Flüssigkeit stehen (Salzlösung, Wasser, Alkohol, Glycerin), dann senkt man die an Drähten *d* gehaltenen mit siedendem Wasser gefüllten Zinkbecher *z* so ein, dass der Boden 2 cm absteht. Die lange Zeit, 10 bis 15 Minuten, welche vergeht, ehe z. B. Wasser auf das Thermoskop reagiert, zeigt hier wenigstens deutlich die schlechte Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten.

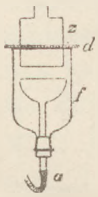


Fig. 8.

11. Zur Veranschaulichung des Unterschiedes in der Wärmeleitung der Gase dient der hübsche Versuch von Schwalbe (d. Zeitschr. *III 267*) mittels der Ätherindikatoren; letztere werden bei Benutzung des Thermoskops überflüssig. Man kann Leuchtgas (Wasserstoffgas) und Kohlendioxyd ver-

Fig. 9.

wenden, das leichtere Gas lässt man an dem kürzeren Zuleitungsrohr *c* (Fig. 9) einströmen, das schwerere in dem gleichen Apparate bei *d*. *a* wird mit dem Thermoskop verbunden. Wenn die Gase einige Zeit durchgeströmt haben, umgiebt man beide in gemeinsamem Gefäss stehende Apparate durch vorsichtiges Zugiessen mit Wasser von 35 bis 40°; es zeigt sich dann ein sehr deutlicher Unterschied.

C. Strahlende Wärme.

12. Man bedient sich der grösseren gebogenen Halbkugel, die man, sorgfältig berusst, seitlich einsetzt. Stellt man ihr der Reihe nach, mit der blanken Seite beginnend, die vier Seiten des mit siedendem Wasser gefüllten Leslieschen Würfels auf 10 cm Entfernung entgegen, so bekommt man beispielsweise für die blanke Seite 56, die matte 63, die weisse 118, die berusste 120 mm Ausschlag. Man vermeide direkte Bestrahlung durch die Flamme. Die zweite gleich grosse gerade Halbkugel dient als Controle der Zimmertemperatur. Nur die Differenz wird abgelesen.

Stellt man eine nicht leuchtende Bunsenflamme (*13.*) auf etwa 30 cm Entfernung der Halbkugel gegenüber und wartet den höchsten Ausschlag ab, so geht 1. das Thermoskop bedeutend herab, wenn man eine Glasplatte dazwischen schiebt (Absorption der dunkeln Strahlen), 2. noch weiter herauf, wenn man die Flamme leuchtend macht. Letztere strahlt also mehr Wärme aus, trotzdem sie weniger heiss ist. Das letztere lässt sich analog dem Versuche *5* zeigen. (*14.*) Man legt in derselben Weise zwei Kupferstangen in die Kapseln, ohne sie zu kreuzen, und setzt unter jede einen leuchtenden Bunsenbrenner. Nach einiger Zeit macht man die Flamme, welche den geringeren Ausschlag giebt, nichtleuchtend, so zeigt sie in kurzer Zeit stärkere Erwärmung an.

15. Die Reflexion der Wärmestrahlen lässt sich nachweisen, indem man (Fig. 10) den Bunsenbrenner durch einen Schirm am direkten Bestrahlen der Halbkugel verhindert und mit der letzteren die von einem blanken Stück Weissblech reflektierten Strahlen auffängt. Flamme, Halbkugel und Spiegelmitte bilden ein Dreieck, die ersten beiden stehen etwa 45 cm von einander entfernt, die Mitte des Spiegels von beiden etwa 30 cm. Man richtet die Halbkugel gegen das Spiegelbild des Brenners und lässt letzteren, da trotz des Schirmes die Wirkung der Flamme vom Thermoskop noch angezeigt wird, so lange ohne Spiegel einwirken, bis die Temperatur constant ist. Setzt man jetzt den Spiegel an seine Stelle und stellt auf 15 ein, so erfolgt ein Ausschlag von 15 bis 20 mm.

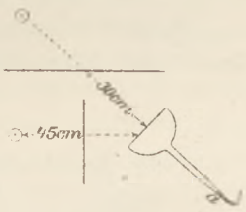


Fig. 10.

16. Eine Kerzenflamme bewirkt schon auf 50 cm Entfernung einen Ausschlag von 7 mm. Das Gesetz der Abnahme im quadratischen Verhältnisse der Entfernung lässt sich jedoch nur für mittlere Abstände, etwa 35 und 25 cm, genau nachweisen. Verfasser erhielt mit einer Kerze auf 35 cm Entfernung den Ausschlag 11,5 bis 12 mm, danach müsste für 25 cm $35^2/25^2 . 11,75 = 23,03$ mm erfolgen. Die Beobachtung gab 22 bis 23 mm. Auch für 30 cm Abstand stimmen noch Rechnung und Versuch. Hier dient die zweite grosse Halbkugel passend zur Controlle des Ganges der Zimmertemperatur; da man nur die Differenz beider Säulen abliest, so ist man von jener vollständig unabhängig. Man kann auch (*17.*) die Kerze durch vier andere in doppelter Entfernung ersetzen. Der Ausschlag muss dann nahezu constant bleiben.

18. Die Hohlspiegelversuche vereinfachen sich wegen der durch den Gummischlauch ermöglichten grösseren Handlichkeit, die gebogene Halbkugel wird dann in ein besonderes kleines Stativ geklemmt. Es genügt eine leuchtende Bunsenflamme auf mehrere Meter Entfernung. In 1 m Entfernung zeigt man die sog. Kältestrahlen durch Anbringen einiger mit Kochsalz bestreuter Eisstücke in dem einen Brennpunkte. Siehe auch Versuch 42.

D. Spezifische Wärme.

19. Die Unterschiede der spezifischen Wärme werden gewöhnlich durch Versuche mit nachfolgender Rechnung, oder durch die sich in Wachs einschmelzenden Kugeln nachgewiesen. Das Doppelthermoskop ermöglicht durch einen einfachen Versuch eine quantitative Bestimmung. Zwei gleich schwere an dünnen Drähten befestigte Körper (Kupfer und Blei) mit gleicher Oberfläche werden in einen zur Hälfte mit siedendem Wasser gefüllten Kochkolben gebracht, so dass die Metalle ganz von Wasser bedeckt sind. Man lässt so lange sieden, bis man annehmen darf, dass beide Stücke dieselbe Temperatur haben. Ein Streifen (Fidibus) Filtrierpapier nimmt beim Herausheben die adhärierenden Tropfen ab und verhindert gleichzeitig Schwankungen beim Einführen in die bis zum Teilstrich 20 mit Wasser von der Zimmertemperatur gefüllten Kapseln. Nach dem Einsenken biegt man den Draht herunter und setzt ein am besten mit Filz umkleidetes Deckglas über. Die Ausschläge zeigen fast genau das Verhältnis der spezifischen Wärmen (1 : 3).

20. Wiederholt man den Versuch mit Wasser und Alkohol, indem man die beiden gleichen Kupferstücke unter denselben Bedingungen eintaucht, so zeigt der grössere Ausschlag bei Alkohol dessen geringere spezifische Wärme.

21. Dass die Atomwärmen der Elemente (Dulong-Petit) gleich sind, weist man durch zwei im Verhältnis der Atomgewichte stehende Metallkörper (*Cu* und *Pb*) in ähnlicher Weise nach. Verfährt man genau wie oben, so erhält man fast gleiche Ausschläge. (Das käufliche Blei ist meist unrein. Die Berechnung betreffs gleicher Oberfläche steht noch aus).

E. Wärme und Arbeit.

22. Reibt man die durch einen Kork gesteckte matte Halbkugel auf Smirgelleinen indem man den Kork mit einer Korkzange, oder mittels der Brettchen, oder auch mit der Hand fasst, so zeigt sich Erwärmung. Besser ist es, das Smirgelleinen auf Holz zu leimen.

23. Ein an einem Drahte befestigtes Stück Rohzinn wird auf Steinunterlage gehämmert, und in die mit Alkohol zum Teil gefüllte Kapsel gebracht, so zeigt sich die durch Schlag erzeugte Wärme. Ein Holzstück, das vorher auf einer matten Halbkugel gelegen, zeigt (*24.*) nach dem Reiben deutlich die Temperaturerhöhung.

Die Abkühlung der Gase bei der Ausdehnung, sowie die Erwärmung beim Zusammendrücken, lässt sich auf verschiedene Arten zeigen. Setzt man (*25.*) den oberen Teil des Apparates Fig. 19, welcher zum Nachweis der Wärme bei chemischer Verbindung zweier Gase dient, auf den Luftpumpenteller und verbindet *a* mit dem Thermoskop, so zeigt sich deutliche Abkühlung (Husmann). Ein sehr hübscher Versuch wurde von Niemöller in dieser Zeitschrift (*VI 140*) beschrieben, der mit dem Thermoskop sich noch deutlicher zeigen lässt und auch die Umkehrung nachzuweisen gestattet. (*26.*) Ein Heronsball, oder besser eine Flasche (+) von

nebenstehender Form (Fig. 11) mit Korkstopfen, Glasröhre und Glashahn wird durch Einblasen von Luft (mittels des Mundes) mit comprimierter Luft gefüllt. Nachdem die Zimmertemperatur sicher erreicht ist, öffnet man den Hahn, die Luft entweicht pfeifend; schliesst man jetzt ohne jede Hast, so erwärmt sich die nun durch die Ausdehnung abgekühlte Luft wieder an den Wänden der Flasche. Verbindet man jetzt *a* mit dem Thermoskop, so zeigt sich durch sehr starkes Steigen (vorsichtiges Aufdrehen des Hahnes!) die nachträgliche Erwärmung, also vorherige Abkühlung. Gleichzeitig hat man (*27.*) nun aus der zweiten, um Verwechselungen vorzubeugen, mit (—) bezeichneten Flasche die Luft nach Kräften ausgesogen (Luftpumpe unnöthig) und verfährt entsprechend wie vorhin. Sehr zweckdienlich (*28.*) ist der nebenstehend gezeichnete Apparat (Fig. 12); *b* wird mit der (Wasser-) Luftpumpe verbunden, *a* mit dem Thermoskop. Die Abkühlung wird prompt markiert. Saugen und Einblasen mittels des Mundes giebt sogar schon deutlich erkennbaren Ausschlag. Verwandt mit diesen Erscheinungen sind die Versuche über

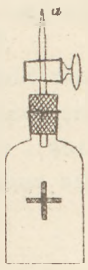


Fig. 11.

Fig. 12.

F. Wärme durch Verdichtung von Gasen und Dämpfen.

29. Sehr gut lässt sich die auch von ANTOLIK (d. Zeitschr. *IV 129*) in seinen originellen Versuchen nachgewiesene Wärme bei der Absorption von Gasen durch poröse Stoffe (Holzkohle, hartes Gebäck und dergl.) erzeugte Temperaturerhöhung sichtbar machen. Man befestigt (Fig. 13) den Gasschlauch zunächst an das Rohr *b*, senkt ihn in die Kapsel und füllt ihn mit erbsengrossen ausgeglühten Holzkohlenstücken bis zum Rande. Lässt man nun Leuchtgas oder Kohlensäure durchströmen, so erfolgt starke Erwärmung.

30. Streut man auf die grosse Halbkugel stark erhitztes und wieder abgekühltes Holzkohlenpulver (hartes pulverisiertes Gebäck, Zucker) und stülpt dann ein mit NH_3 gefülltes Becherglas über, so steigt das Thermoskop sehr rasch. Interessant ist es bei dem Versuche mit Kohlenpulver, die Abkühlung unter dem Glase abzuwarten; hebt man dann bei constanter Flüssigkeitssäule das Glas ab, so wird jetzt das stark condensierte Gas wieder frei und zeigt ebenso deutlich die entsprechende Abkühlung, was meines Wissens experimentell noch nicht nachgewiesen wurde. Da umgekehrt die Erwärmung gewissermaassen ein Reagens auf Absorption von Gasen ist, so kann man deutlich nachweisen, warum poröse Gebäcke sehr bald den Geschmack in ihrer Nähe lagernder Substanzen annehmen.

Fig. 13.

31. Um die ausserordentlich grosse Absorptionsfähigkeit der Kleiderstoffe (Versuche von HELBIG) nachzuweisen, umwickelt man die Kapsel mit Wolle oder Baumwolle, befestigt mit Gummiring, Draht oder Bindfaden und verfährt wie vorhin (Versuch *30*). Die Erwärmung ist ganz beträchtlich.

32. Verwandt mit der Absorption ist die Condensation des Wasserdampfes an Stoffen (HELBIG), sie ist z. B. für Wolle und Baumwolle verschieden. Man wickelt wie im vorigen Versuch den Stoff um die Kapsel (Fig. 14), führt diese durch die Korke der Brettchen, stellt sie einige Zeit (1 Stunde) in Flaschen, deren Boden mit concentrierter Schwefelsäure bedeckt ist, und verbindet *a* mit dem Thermoskopschlauch. Hebt man nun die Kapseln aus der Flasche heraus, so erhält man bei hinreichend feuchter Luft ohne weiteres Ausschläge bis zu 30 mm.

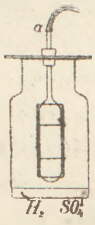


Fig. 14.

Gleichzeitig ergiebt sich der Unterschied zwischen dem Verhalten von Wolle und Baumwolle. Ist die Luft trocken, so stellt man die Kapseln in zwei ähnliche Gefässe, deren Böden mit Wasser bedeckt sind.

Noch einfacher gestaltet sich die Sache, wenn man auf die Vergleichung von Stoffen verzichtet. Man umwickelt beide Kapseln mit gleichen Stoffen, stellt die eine über concentrierte Schwefelsäure, die andere über Wasser (1 Stunde lang); vertauscht man jetzt die Kapseln, so zeigt die eine Condensationswärme, die andere Verdunstungskälte (Theorie der Bekleidung).

G. Wärme bei Veränderung des Aggregatzustandes.

33. Füllt man eines (besser zwei) der Einsatzgläschen mit unterschwefligsaurem Natron, so lässt sich der bekannte Versuch, die Wärme bei der Krystallisation zu zeigen, leicht anstellen. Man setzt das Gläschen, nachdem die Masse geschmolzen und etwas abgekühlt ist, in die Kapsel des Thermoskops und wartet ab, bis die Säule nur noch geringes Sinken zeigt. Dann wirft man das Krystallkörnchen hinein, und weist so die starke Wärmeentwickelung nach. (Es empfiehlt sich, nicht immer dasselbe Gläschen zu verwenden, weil bei öfterem Gebrauche leicht spontanes Krystallisieren eintritt).

34. Die beim Schmelzen verbrauchte Wärme lässt sich durch den Apparat Fig. 15 zeigen. Zwei solche Doppelkapseln sind mit Wallrat bezw. Wachs bis *c* gefüllt. *a* wird mit dem Thermoskop verbunden. Setzt man beide in ein Becherglas und übergiesst mit Wasser von nahe 60°, so bleibt Wallrat bedeutend hinter Wachs zurück. Der Schmelzpunkt von Wallrat liegt unter 50°. Dies kommt also zum Schmelzen und die hierzu verbrauchte Wärme reagiert nicht auf das Thermoskop. Der Schmelzpunkt von Wachs liegt über 60°, also wird alle Wärme nur zur Temperaturerhöhung, nicht zum Schmelzen verwendet. (Die spezifische Wärme ist für beide Stoffe nahezu gleich).

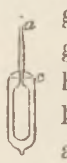


Fig. 15.

35. Die bei der Lösung von Salzen verbrauchte Wärme lässt sich durch Einführen einer Prise gut gepulverten Ammoniumchlorids in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Einsatzgläschen nachweisen (Rühren!). Vergl. Versuch (*19*).

36. Ein Doppelversuch, der zugleich für die Chemie von Bedeutung ist, (energischere Wirkung der *K*-Salze gegenüber den *Na*-Salzen) besteht darin, dass man beide Kapseln zur Hälfte mit Wasser füllt, in die eine 3 g *NaCl*, in die andere ebensoviel *KCl* einführt. Die Wirkung des letzteren ist mehr als die dreifache.

Vergleichende Versuche über die Wirkung der Verdunstung ergeben sich durch Benutzung der Halbkugeln und darauf passendes Filtrierpapier. Man legt auf dieselben (*37.*) zwei Scheiben Papier und träufelt auf die eine Wasser, nachher, wenn der Unterschied gezeigt ist, auf die andere Alkohol oder Äther. Auf zwei andere (*38.*) giebt man Wasser (oder Alkohol); wenn dann der höchste Stand erreicht ist, bläst man die event. zurückgebliebene Seite mittels des Blasebalges an, wodurch dann die Flüssigkeitssäule noch bedeutend steigt (Unterschied zwischen freiwilliger und erzwungener Verdunstung).

39. Die Benutzung eines in die Kapsel passenden Kryophors hat den Vorteil, dass die erstere als Wärmeschutz dient, und man den Verlauf der Abkühlung bis zur Eisbildung (8 bis 30 Min.) bequem verfolgen kann.

40. Sehr deutlich lässt sich mittels der kleinen Vorrichtung Fig. 16 die Bildung des Eises aus Wasser zeigen. Man giebt zunächst soviel gut ausgekochtes

Wasser in die Kapsel, dass nach Einsetzen des besonders zu diesem Versuche dienenden, mit Gummistopfen und zwei Röhren versehenen Einsatzgläschens das Wasser bis *c* (Teilstrich 25) steht. Dann füllt man das letztere zur Hälfte mit Äther, schiebt auf die weitere horizontal umgebogene Röhre den Leuchtgasschlauch und setzt nun erst in die Kapsel ein. Man dreht jetzt den Gashahn vorsichtig auf, so dass die Blasen nicht allzu heftig durch den Äther streichen, entzündet bei *b* und lässt die Flamme etwa 10 cm hoch werden. Die Abkühlung kann man nun bequem verfolgen und im Momente des Erstarrens steigt das Thermoskop plötzlich um 5 bis 35 mm, indem es deutlich die bei der Eisbildung des unterkühlten Wassers frei werdende Wärme erkennen lässt. Man vermeidet bei diesem Arrangement die Belästigung der Hörer durch den Ätherdampf. (Bei hoher Zimmertemperatur im Sommer lasse man bei Beginn des Versuches den Hahn des Thermoskops noch eine halbe Minute offen, weil sonst die Skala event. nicht ausreicht). Die Unterkühlung tritt unter 20 Versuchen 19 mal ein. Sie bleibt aus, wenn man unmittelbar nach dem Abschmelzen des Eises den Versuch wiederholt, eine Thatsache, welche die Ansicht von der Vorbildung mikroskopisch kleiner Eisnadeln von 4° bis 0° unterstützt. Will man den Eiscylinder vorzeigen, so ziehe man das Einsatzglas nicht mit Gewalt heraus, da sonst die Kapsel unfehlbar zersprengt wird!

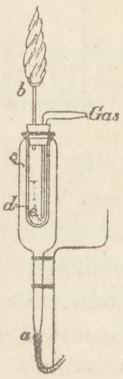


Fig. 16.

41. Stellt man eine der mit Schrot gefüllten Kapseln in ein mit Wasser gefülltes Glasgefäss, die andere in eine mit Wasser gefüllte Thonzelle, so ergiebt sich bald ein Unterschied (Alcarazza).

42. In ähnlicher Weise lässt sich ein Versuch über Strahlung mit blankem und berusstem Metallgefäss machen. Wassertemperatur etwa 60°. Vor dem Eintauchen öffnet man die Hähne der Manometer etwa eine Minute und wartet, bis nach dem Schliessen kein Steigen mehr erfolgt.

H. Wärme bei chemischen Verbindungen.

Die bei chemischen Verbindungen erzeugte Wärme weisen wir nach an der Vereinigung 1. fester Körper mit flüssigen, 2. fester mit gasförmigen, 3. flüssiger mit flüssigen, 4. flüssiger mit gasförmigen, 5. gasförmiger miteinander.

Für 1. genügt es (*43.*) etwas Kupfer mit Salpetersäure, oder Zink mit kalter verdünnter Schwefelsäure in einem Einsatzgläschen zusammenzubringen. Zu 2. bringen wir (*44.*) einige erbsengrosse Stücke Natrium in die Kapsel, füllen ein Deckglas mit Chlor und stülpen dasselbe über. Der Ausschlag ist nicht gross und der Versuch nur der Vollständigkeit halber aufgenommen. Zu 3. empfiehlt es sich, 4 bis 5 ccm Wasser in ein Einsatzglas zu bringen (*45.*), dann fügt man ebensoviel Ammoniaklösung hinzu; es erfolgt kein Ausschlag, wohl aber sobald jetzt Chlorwasserstoffsäure zugesetzt wird. Zusammenbringen von Wasser und Alkohol, Wasser und einigen Tropfen Schwefelsäure giebt ebenfalls deutliche Reaktion. Zu 4. giebt es mehrere Arten von Versuchen (*46.*). Man bringt etwas Ätznatron in ein Einsatzglas, und leitet einige Blasen Kohlensäure durch, oder auch unter leichtem Schütteln über die Flüssigkeit; oder man legt ein Blatt Filtrierpapier auf eine Halbkugel, netzt mit Natronlauge und leitet Kohlensäure darüber, oder man senkt Fig. 17, indem man den Schlauch des Thermoskops über einen Glasstab gehen lässt, die Halbkugel in ein Glas mit Kohlensäure. Entsprechend mit Ammoniaklösung

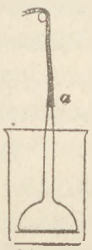


Fig. 17.

in Chlorwasserstoffgas. Letzteres gelingt auch leicht (*47.*), indem man auf eine Halbkugel ein Stück Filtrierpapier legt, 2 bis 3 Tropfen HCl zugiebt und ein Glas mit Ammoniakgas überstülpt (Fig. 18).

Fig. 18.

48. Zum Nachweis der Wärme bei chemischen Verbindungen von Gasen bedienen wir uns der geteilten Kapsel (Fig. 19). Es eignen sich zu dem Versuche besonders NH_3 und HCl, NH_3 und CO_2, NO und Luft. Man füllt die Teile mit den Gasen, das obere mit dem leichteren, und setzt sie durch Deckgläser getrennt, übereinander, verbindet die Spitze mit dem Thermoskopschlauch und wartet bis keine Abkühlung mehr angezeigt wird. Dann zieht man die Deckgläser weg, fasst den breiten Rand an und kehrt die Kapsel mehrere Male um. Der Ausschlag geht bis über 50 mm. Da diese Versuche wohl ohnehin im chemischen Unterrichte angestellt werden, so nehmen sie keine besondere Zeit in Anspruch. Der Nachweis, dass bei blossem Mischen von Gasen, die keine chemische Verbindungen eingehen (Sauerstoff und Stickstoff), keine Wärme auftritt, ist, nach den vorhergehenden angestellt, gerade seines negativen Ergebnisses wegen ein nicht zu unterschätzender Beweis, dass die Luft keine chemische Verbindung ist.

Fig. 19.

49. Es gehört hierhin noch der Versuch, stark erhitzten Kupfervitriol, dem dadurch sein Krystallwasser entzogen wird, in Wasser (Kapsel *a*) einzuführen. Da hier das Salz sich mit dem Hydratwasser chemisch verbindet, so überwiegt die Verbindungswärme die zur Lösung verbrauchte. (Passender Parallelversuch zu der durch Lösung von Chlorammonium in Wasser erzeugten Abkühlung, Versuch *35.*)

J. Wärmewirkungen des elektrischen Stromes.

Dass der elektrische Strom in Leitern Wärme erzeugt, wird durch das Glühen von Drähten gezeigt. Es eignet sich nun das Thermoskop dazu, nicht nur diese, sondern auch die in flüssigen Leitern auftretende Wärme nachzuweisen; selbst die Unterschiede, welche durch die Natur der dabei auftretenden chemischen Prozesse bedingt sind, treten deutlich hervor.

50. Durch Platindrähte, welche in Glaskugeln eingeschlossen sind, zeigt man bekanntlich die Wärmeentwicklung in festen Körpern. Geht durch zwei Kugeln, deren Drähte sich der Länge nach wie 1 : 2 verhalten, derselbe Strom, so stehen nach dem Jouleschen Gesetze auch die Wärmemengen in diesem Verhältnisse. Man hat also nur nötig, die die Drähte enthaltenden Kugeln mit jedem Schlauche in Verbindung zu bringen. Bei einem Strome von 1 Amp. erhielt Verfasser die Ausschläge 34 bezw. 65; 35 bezw. 69 mm.

51. Der Methode von Lenz folgend, lässt man zwei an starken Kupferdrähten befestigte Platindrähte von 15 bezw. 30 cm in die beiden mit 10 ccm Alkohol gefüllten Kapseln tauchen, wodurch die Platinspirale gerade bedeckt wird. Beim Durchgange eines schwachen Stromes (1 Amp.) standen die Ausschläge genau im Verhältnis 1 : 2.

52. Der Nachweis, dass das Joulesche Gesetz auch für Flüssigkeiten gilt, erfordert zwei verstellbare Kupferelektroden. Zwei kreisförmige Platten werden horizontal in die Kapsel eingesenkt, der zur unteren führende Draht geht isoliert durch die obere. Ein zweites Plattenpaar, bei welchem der Abstand doppelt so gross ist, taucht man in die andere Kapsel und lässt denselben Strom durch beide

gehen. Die Ergebnisse waren befriedigend, doch sind die Versuche darüber noch nicht abgeschlossen. —

Sehr lehrreiche Versuche ergeben sich aus der Zersetzung der Flüssigkeiten mit gewöhnlichen, senkrecht eingeführten Elektrodenplatten, weil dabei zu gleicher Zeit noch mehrere recht interessante Einzelheiten zu tage treten.

53. Man steckt die benötigten Platinelektroden, die man sich leicht selbst herstellen kann, durch einen Kork, der in die Kapsel passt. — Benutzt man diese Elektroden zur Wasserzersetzung (richtiger zur Zersetzung verdünnter Schwefelsäure), so zeigt das Thermoskop schon nach wenigen Minuten Erwärmung an. Mit einem Strom von vier schon stark gebrauchten Bunsenschen Tauchelementen (0,5—1 Amp.) waren in Zwischenräumen von 5 Minuten Ausschläge von 27, 41, 53, 63, 73, 80 mm abzulesen.

54. Um den Unterschied der Wärmeerzeugung bei polarisierbaren und nicht polarisierbaren Elektroden nachzuweisen, bringt man in die beiden Kapseln gleiche Mengen einer concentrierten Kupfervitriollösung und lässt in die erste Platinelektroden, in die zweite genau gleichgrosse Kupferelektroden tauchen. (Hat man zwei gleiche Paare von Platinelektroden, so kann man durch vorherige Zersetzung von Kupfervitriol in einem anderen Gefässe eine Platte mit Kupfer überziehen.) Lässt man jetzt den Strom in derselben Stärke wie im Versuche (*53*) durch beide Zellen gehen, so schlägt sich an je einer Platte Kupfer nieder, an der zweiten Platte bildet sich einmal Sauerstoff, das andere Mal wird das dort vorhandene Kupfer mit dem Säurerest zu Kupfervitriol verbunden. Man erhält im ersteren Fälle weit mehr Wärme, wie folgende Versuchsreihe (von 5 zu 5 Minuten beobachtet) ergiebt.

Platinelektroden	26	41	53	63	73	80,5
Kupferelektroden	12	19	26,5	33,5	40	51,5

Es wird also damit die in der modernen Elektrochemie auch durch die Versuche von FAVRE bekannte Thatsache durch eine einfache, keine weiteren Beobachtungen und Rechnungen verlangende Methode experimentell bestätigt. Man führt dieselbe auf das Gesetz zurück, dass der Energieverlust, den eine stromliefernde Batterie durch die Vorgänge in der Zersetzungszelle erleidet, grösser ist als die Zersetzungswärme der betreffenden Verbindung. Es muss daher in der Zelle mit Platinelektroden überschüssige Wärme auftreten, was bei der anderen mit unpolarisierbaren Elektroden nicht der Fall ist. Wenn die hier angezogenen Versuche auch über den Rahmen des Schulunterrichts hinausgehen, so lassen sich doch, wenn sie von vornherein im Thermoskop ausgeführt werden, daraus sehr lehrreiche Folgerungen herleiten. (*55.*) Dass im geschlossenen Elemente mehr Wärme entsteht, als im offenen, zeigt ein einfacher Versuch. Zwei kleine Zinkkohle-Elektroden tauchen in die mit Chromsäurelösung gefüllten Kapseln, das eine der beiden kleinen Elemente ist offen, das andere geschlossen. In letzterem wird mehr Wärme erzeugt[4]).

Selbstverständlich lassen sich auch die in Kugeln eingeschlossenen, durch Thermoelemente erzeugten Wärme- und Kältemengen nachweisen, wenn ein Strom in verschiedener Richtung hindurchgeschickt wird.

---

[4]) *Anm. d. Red.* Dieser Versuch, der nach Mitteilung des Verfassers oft und unter verschiedenen Bedingungen wiederholt ist, steht mit den sonst bekannten elektrochemischen Thatsachen in Widerspruch und bedarf noch weiterer Aufklärung.

K. Das Thermoskop als Manometer.

56. Die Osmose der Gase, welche durch den Neumannschen Wasserstrahlversuch in so eleganter Weise gezeigt wird, lässt sich noch einfacher mit dem Thermoskop nachweisen. Es wird eine Thonzelle, an welche ein Glasansatz gekittet ist (Fig. 20), an das Thermoskop angeschlossen. Stülpt man jetzt ein Leuchtgas, Wasserstoffgas oder Ammoniak enthaltendes Becherglas über, hebt es ab und senkt es wieder (vorsichtig!), so folgt die Säule äusserst prompt den Bewegungen (Erklärung des Wetterindikators von Ansell). Die entsprechenden Versuche mit Kohlensäure ergeben sich von selbst. Man hat nur nötig, (*57.*) die Zelle in ein auf dem Experimentiertische stehendes Glas mit Kohlensäure zu tauchen (Erklärung der Lungenthätigkeit durch rhythmisches Heben und Senken). Beim Abheben des Glases in vorigem Versuche drehe man erst den Hahn auf, weil sonst die Flüssigkeitssäule oft herausgeschleudert wird.

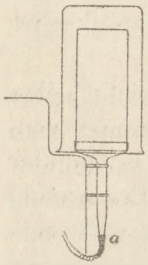


Fig. 20.

Die nebenstehend gezeichnete Kapsel (Fig. 21) dient zu vielen manometrischen Versuchen, die von Dr. Fuchs-Essen in der beschriebenen Form speziell für das Thermoskop angegeben wurden. Zunächst dient sie zum Nachweis des bei Oxydationen verbrauchten Sauerstoffs. (*58.*) Man giebt in die enge Röhre einige ccm nahezu gesättigter Eisenvitriollösung, fällt mit Ätznatron und setzt den Gummistopfen auf, dessen Rohr man mit dem Thermoskop vorher verbunden hat. Benetzt man nun durch Schütteln die Kugel, so oxydiert sich der entstandene Niederschlag (Gelbwerden desselben) und der verbrauchte Sauerstoff zeigt sich deutlich an. Setzt man nach mehrfachem Schütteln *b* in die Thermoskopkapsel, so zeigt diese geringe Erwärmung an.

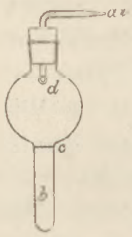


Fig. 21.

Unten an der Röhre *a* befindet sich eine Glasöse *d*, an die man bequem Substanzen mittels Drähten aufhängen kann; beispielsweise (*59.*) ein Stück Phosphor, um den bei der Oxydation verbrauchten Sauerstoff nachzuweisen (der Phosphor muss sofort nach dem Versuch entfernt werden, weil bei längerer Einwirkung die Gummistopfen spleissen) oder ein Stück geglühter Holzkohle, um die Absorption der Luft zu zeigen. Stark ist die Absorption in Kohlensäure (*60.*); wenn keine Absorption mehr erfolgt, entfernt man durch Blasebalg die noch übrige Kohlensäure; setzt man nun die zur Vorsicht in einer zweiten mit Kohlensäure gefüllten Kapsel aufgehobene Kohle wieder ein, so treibt die Luft jetzt die verdichtete Kohlensäure wieder heraus, die Säule steigt.

61. Ähnlich gestaltet sich der Versuch, wenn man (Fig. 21) bis *c* mit Wasser füllt, CO_2 einleitet und schüttelt. Die Absorption zeigt sich deutlich. Fährt man nun fort, bis keine CO_2 mehr absorbiert wird, bläst die überflüssige weg, schüttelt wieder, so treibt die Luft jetzt die CO_2 heraus, die Säule steigt. Macht man den Versuch mit Kalkwasser, so zeigt sich die Fällung und Lösung des $CaCO_3$; beim Schütteln mit Luft fällt dann letztere wieder aus (Theorie der Stalaktitenbildung).

62. Füllt man bis *c* mit Wasser und giesst vorsichtig etwas Ammoniaklösung darauf, so erfolgt nach Aufsetzen des Stopfens beim Schütteln heftige Absorption des noch überstehenden Ammoniakgases. Ähnlich absorbiert (*63.*) ausgekochtes Wasser wieder Luft.

64. Durch Einbringen von 1 bis 2 ccm concentrierter Schwefelsäure lässt sich leicht die Feuchtigkeit der Luft nachweisen, ebenso durch dünne Natronlauge die Kohlensäure. Ein hübscher Doppelversuch ergiebt sich (*65.*), wenn man dabei

die eine Kapsel mit Zimmerluft vor bezw. nach der Stunde (Vorlesung) gefüllt hat, oder mit Luft aus der Lunge bezw. aus dem Auditorium. (Dünne Natronlösung!).

66. Lässt man durch den Gummistopfen zwei dicke Kupferdrähte gehen, oder schmilzt dünnere und darum handlichere Platindrähte in Glasröhren ein, die man in den Kolben einführt, hängt gleichzeitig an die Öse einen Streifen mit Jodkaliumstärke getränkten Papiers, so färbt sich dieser beim Durchgang des Induktionsfunkens durch das sich bildende Ozon blau, während das Manometer die Verdichtung dreier Moleküle *O* zu zwei Molekülen Ozon ankündet.

67. Hängt man in die beiden zu Versuch (*65.*) gebrauchten bauchigen Gefässe (die in die Kapsel als Träger passen) zwei 3- bis 4 fach zusammengefaltete Streifen Filtrierpapier, die mit Wasser bezw. Alkohol getränkt sind, so zeigt sich der Unterschied der Dampfspannung, wenn man *a* mit den Schläuchen verbindet (HUSMANN).

Verbindet man (*68.*) das Manometer mit der Gasleitung in einem oberen Stockwerke, während der Haupthahn geschlossen ist und lässt unten im Gebäude einen Hahn öffnen, so steigt das Thermoskop im Augenblicke des Öffnens (Auftrieb). Der hübsche Versuch wurde dem Verfasser von Dr. NIEMÖLLER (Osnabrück) angegeben.

Das Gabelrohr (Fig. 22) dient zu mehreren Versuchen, der folgende (*69.*) enthält eine Denkaufgabe. Man spannt *a* und a_1 an die Thermoskopschläuche, und verbindet *b* (durch Verjüngungsstück) mit der Gasleitung. Man hält den einen Schlauch, der zum Thermoskop führt zu, öffnet die Gasleitung und giebt nun den anderen Schlauch frei, wie hoch wird die Säule steigen?

Fig. 22.

70. Schliesst man (Fig. 23) an den Thermoskopschlauch die Wasserluftpumpe *w* mit dicht aufgesetztem Trichter *t* und giesst Wasser durch, so zeigt sich die Saugwirkung durch einen Niedergang der Flüssigkeitssäule um etwa 10 cm.

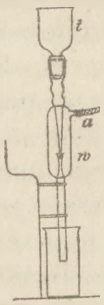


Fig. 23.

71. Die Saugwirkung des bekannten Zerstäubers (Fig. 24) zeigt sich deutlich, wenn man *a* an den Schlauch spannt, bei *b* mit der Hand fasst und durch *c* mässig kräftig bläst.

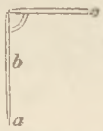


Fig. 24.

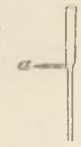


Fig. 25.

72. Die Saugwirkung des Apparates Fig. 25 wird ebenso gezeigt. Man bläst, *b* mit der Hand haltend, durch *c*.

Entsprechende Versuche lassen sich hier mit Dampf und Wasser anstellen.

73. Eine Messung der Adhäsion bei Capillaren gestattet das Arrangement Fig. 26, das ohne weiteres verständlich sein dürfte. Man taucht *b* einen Augenblick in Wasser, erwärmt dann *c* mit der Hand, so geht der Flüssigkeitsindex je nach Lichtweite der Capillare sehr hoch, ehe der Wasserfaden aus der Capillare herausgedrängt wird und der Index fällt. Man nehme daher die Capillare nicht zu enge. Stets erfolgt aber das plötzliche Fallen des Index in derselben Höhe, weshalb man auch mit Alkohol vergleichen kann.

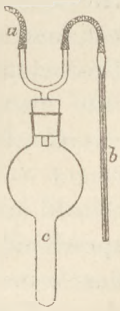


Fig. 26.

Neue Demonstrationsapparate für zusammengesetzte Schwingungen, besonders Schwebungen.

Von
Kurt Geissler in Charlottenburg.

1. Apparat für sichtbare Schwebungen eingeklemmter Drähte. Klemmt man eine Stricknadel mit einem Ende zwischen zwei Tischplatten und drückt eine zweite ebenfalls mit einem Ende an der entsprechenden Stelle auf die obere Platte, so kann man sehen, dass beim Anschlagen der unteren die obere Nadel in Mitschwingung versetzt wird; dieselbe Erscheinung entsteht, wenn man beide unter derselben Schachtel am Rande eines Tisches festdrückt. Sind die Nadeln gleich stark und nahezu gleich lang eingeklemmt, so sieht man an der blanken Spitze Schwebungen, die bei gleichzeitigem Anschlagen beider Nadeln auch hörbar werden. Durch diese Beobachtung kam ich auf die Herstellung des folgenden Apparates. Armlange und kürzere Stahldrähte, auf deren Ende je eine weisse Holzkugel gesteckt ist, werden zwischen drei elastische, gleich grosse Holzdeckel geklemmt, welche so wie Fig. 1 zeigt, an mehreren Stellen gegeneinandergeschraubt werden können. Wählt man zwei gleichdicke Drähte und schiebt sie so, dass die hervorragenden Stücke nicht sehr verschieden lang sind, und setzt man dann den einen mit der Hand in der zu den Brettern senkrechten Ebene kräftig in Bewegung, so zeigt der zweite weithin sichtbare Schwingungen mit regelmässig zunehmender und abnehmender Amplitude, also Schwebungen. Die in Mitschwingung geratenden Bretter teilen nämlich dem zweiten Drahte am unteren Ende Bewegung mit, infolge davon macht er Schwingungen, welche seiner Länge entsprechen. Da sich aber die Stösse nach dem etwas anderen Takte des ersten Drahtes wiederholen, so wirken sie regelmässig nach gewissen Zeiten schwächend und dann wieder verstärkend u. s. w. Es zeigt sich also im zweiten Drahte gleichzeitig und in ganz exakter Weise das Resultat zweier Schwingungen. Hält man den zuerst bewegten Draht fest, so schwingt der zweite ohne Interferenz nach seiner eigenen Schwingungszeit weiter. Es ist sehr leicht, durch Herauf- und Herunterschieben eines Drahtes raschere und langsamere Schwebungen nach den bekannten Gesetzen herzustellen, auch durch Verschieben beider Drähte dieselbe Erscheinung für raschere oder langsamere Schwingungen vorzuführen. Klemmt man zwei gleiche und dazu noch einen dritten Draht ein und setzt die ersten mit gleichen Amplituden und entgegengesetzten Phasen in Bewegung, so schwingt wegen vollkommener Interferenz der Resonanzbretter der dritte Draht nicht mit. Sobald aber die Amplituden oder Phasen ungleich sind, so zeigt sich eine entsprechende Bewegung am dritten Drahte. Die Länge des letztern kann man so wählen, dass seine Eigenschwingung mit jenen entweder Schwebungen bildet oder auch nicht.

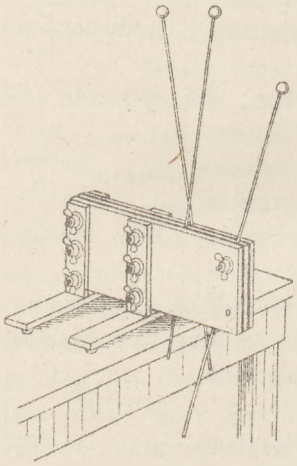


Fig. 1.

Klemmt man eine grössere Anzahl von Drähten ein, die entweder alle oder zum Teil durch die Hand in Bewegung gesetzt werden, so zeigen sich gegenseitige Interferenzen beziehlich Schwebungen. Das Ganze bietet dann eine anschauliche Analogie für das Zusammenwirken der verschiedenen harmonischen oder disharmonischen Schwingungen, durch die etwa bei einer Musik ein Luftteilchen gleichzeitig erregt wird. Die Bewegung eines Drahtes, der neben seiner kräftigen

Eigenschwingung weniger kräftige Nebenschwingungen macht, könnte auch als ein Instrumententon (Hauptton mit Obertönen) angesehen werden, und es könnte durch Zufügung passender anderer die Klangfarbe eines Tones verändert werden, den ein und derselbe Draht bei unveränderter Eigenschwingung giebt. Endlich lassen sich Combinationstöne durch den Apparat, bei entsprechend häufigen Schwebungen zweier ungleicher Drähte, eines dünneren und dickeren, beziehlich längeren und kürzeren, anschaulich machen.

2. Ein Schwebungskaleidophon. Ein festes Eisengestell (Fig. 2) trägt am Ende eines horizontalen Armes eine starke und breite Feder, die in einen Schlitz geschoben und daselbst mittels eines beweglichen Messingstückes *m* und einer Schraube *s* festgeschraubt werden kann. Diese vertikal schwebende Feder trägt oben mittelst eines horizontalen Armes in ähnlicher Weise eine lange schmalere Feder, welche oben in einer blanken Messingkugel endigt. Setzt man durch entsprechendes Andrücken die oberen Teile innerhalb zweier senkrecht auf einander stehenden Vertikalebenen in Bewegung, so zeigt die Kugel die Figuren von Lissajous wie ein gewöhnliches Kaleidophon. Die unteren Teile der Federn tragen ziemlich schwere Laufgewichte *l*, *l'*; werden hier durch Andrücken gegen die Gewichte Schwingungen eingeleitet, während die oberen Teile der Federn noch in Ruhe sind, so wird bei jeder Hin- und Herschwingung eine kleine Bewegungsgrösse durch die Befestigungsstellen *a* und *b* hindurch elastisch nach oben übertragen: jedes obere Federstück zeigt alsbald ein Hin- und Herschwingen, dessen Schwingungsdauer sich nach der eigenen Länge richtet. Stimmt diese nicht genau mit der Schwingungsdauer des unteren Stücks überein, so wirken die kleinen Antriebe nach einiger Zeit hindernd und dann wieder fördernd, so dass die Messingkugel ganz deutlich Schwebungen und zwar, nach Belieben des Experimentators, in einer oder auch in beiden Ebenen zeigt. Die Kugel schwingt also in jeder Ebene ebenso wie etwa ein Luftteilchen, das von zwei gleichzeitig in derselben Richtung dahineilenden Wellenbewegungen ergriffen wird. Stellt man die Federn so ein, dass die oberen Stücke recht kurz und die Laufgewichte hoch genug gerückt sind, so sind die Schwingungen entsprechend rasch und es erscheint der Weg der Kugel wie eine glänzende Lichtcurve. Will man aber die Bewegungen langsam verfolgen können, so sind die Federn länger auszuziehen und die Gewichte nach unten zu schieben.

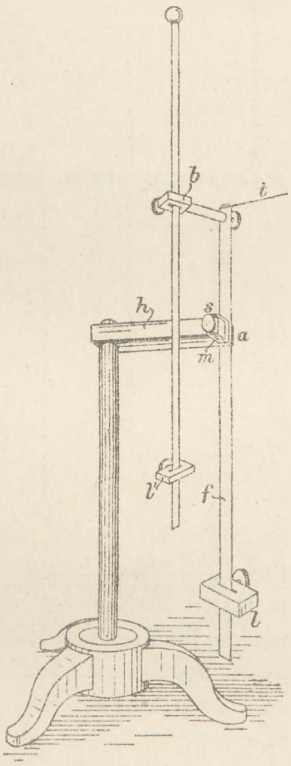


Fig. 2.

Befestigt man am oberen Ende der starken Feder eine Borste *t* mit Wachs und bringt eine Schreibwalze heran, so zeichnet bei Drehung derselben die Borste diejenige Schwebungscurve auf, welche durch die breite Feder erzeugt wird. Ganz ausgezogen reicht der Apparat, dessen Gestell 40 und dessen Federn 46 und 61 cm Länge haben, auf der Erde stehend, über den Tisch empor; er verträgt so starke Erregungen, dass die Schwingungsweiten durch die grössten Säle zu sehen sind.

3. Pendelapparat für Demonstration von Schwebungen, für Aufschreibung von zusammengesetzten Wellenlinien und für Demonstration von Lissajous Figuren. Eine leicht bewegliche, auf ausgerundeten Schneiden

lagernde Metallaxe, hat an sechs Stellen vertikale Durchbohrungen. Vier von diesen nehmen kleine cylindrische Metallhebel auf, die senkrecht auf und ab geschoben und mittelst der Schräubchen *s*, Fig. 3, festgeschraubt werden können. Die Hebel sind unten aufgeschlitzt und es lässt sich ein kleiner Ring von unten her darauf schieben, so dass ein Seidenfaden in der Mitte des Schlitzes festgeklemmt werden kann, Fig. 4. Diese Fäden tragen 10 g schwere Messingkugeln. Eine fünfte Öffnung *o* nimmt vertikal eine Stahlstricknadel auf, an der sich 40 g schwere Messingscheiben verschieben und festschrauben lassen. Wird dieses Pendel, das Axenpendel heissen möge, in Bewegung gesetzt, so macht die ganze Axe Drehungen. Eine sechste Öffnung trägt einen leichten Zeiger, der nach oben ragt. Am Ende der Axe lässt sich eine Borste *t* anbringen zum Aufschreiben der Axenbewegung.

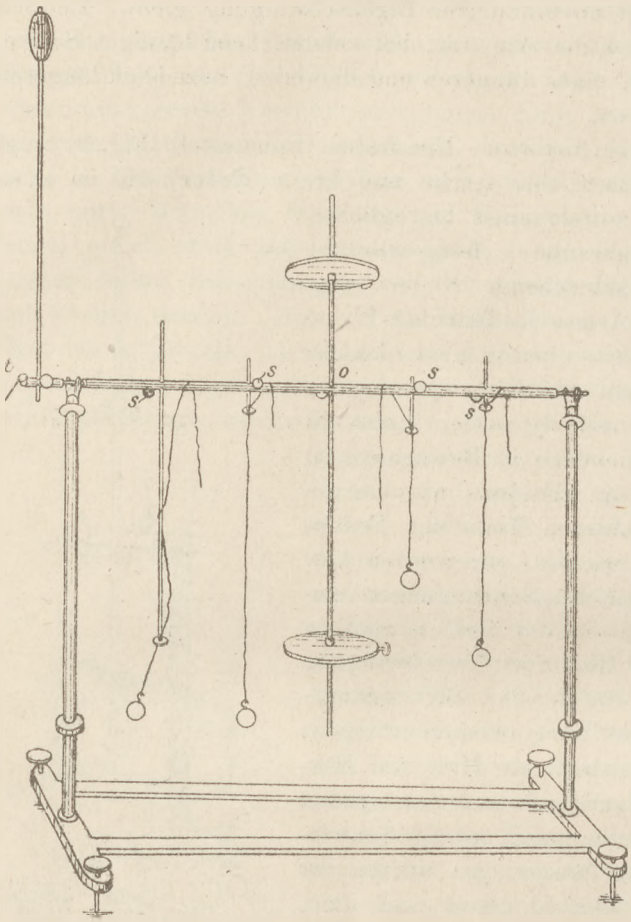


Fig. 3.

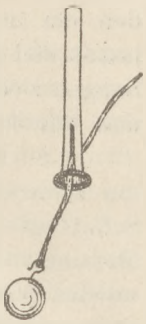


Fig. 4.

Die Gesetze des einfachen Pendels sind an den Fadenpendeln zu zeigen, wenn man das Axenpendel durch Niedersenken bis zum Boden festmacht, wobei auch die Hebel zur Ruhe gezwungen werden, also die Pendellängen vom unteren Ende der Hebel an zu rechnen sind. Die Gesetze des physischen Pendels zeigt das Axenpendel, wenn man die Hebel samt den Fäden fortnimmt und die Messingscheiben in verschiedenen Höhen festschraubt. Der besondere Zweck des Apparates ist aber erstens, die Messingkugeln der Fadenpendel Schwebungen zeigen zu lassen. Bringt man nämlich alle Pendel an und setzt das schwere Axenpendel in Bewegung, natürlich in einer Ebene senkrecht zur Axe, so erhalten die Fäden bei jeder Schwingung am oberen Ende seitliche Bewegungsantriebe. Die Messingkugeln werden zunächst etwas gehoben und beginnen zu pendeln, da die Fäden nun schief hängen. Die Schwingungsdauer hängt von der Länge jedes Fadens ab. Ist dieselbe eine andere als die des Axenpendels, so wirken nach bestimmten Zeiten die Bewegungsantriebe entgegengesetzt und mindern die Schwingungsweite, um sie später wieder zu verstärken u. s. w. Man vergleiche die Lagen in Fig. 5, wo *a* die gegenseitige Verstärkung, *b* die Verminderung zeigt. So kommt es, dass die Kugeln bald stillstehen und zwar

alle zu verschiedenen Zeiten, falls die Fäden alle verschieden lang sind, und bald wieder schwingen. Man kann auf einmal sehen, wie die Zahl der Schwebungen bei verschiedenen Tönen von den Schwingungsverhältnissen abhängt, und da diese Verhältnisse hier leicht durch das Pendelgesetz zu bestimmen und auch beliebig danach zu wählen sind, so erscheint dies bequemer als bei schwingenden Stäben oder Stimmgabeln.

Nimmt man das schwere Pendel heraus und lässt nur eine Messingkugel an einem Hebel hängen, so zeigt dieselbe, in der vertikalen Axenebene in Schwingung versetzt, eine andere Schwingungsdauer als in der Vertikalebene senkrecht zur Axe, da der Hebel in der letzteren Ebene mitschwingt und die Pendellänge vergrössert. Es zeigen sich also an der Messingkugel die Figuren von Lissajous, sobald man dieselbe in einer Vertikalebene in Schwingung versetzt, die einen spitzen Winkel mit der Axe bildet, oder erst in der Ebene der Axe und dann noch senkrecht dazu anstösst. Sollen die Zeitunterschiede beider Pendelbewegungen recht verschieden sein, so setzt man einen dazu bestimmten langen, aber leichten Hebel *h* ein, an dessen unterem Ende ein kurzer Faden festgeklemmt wird.

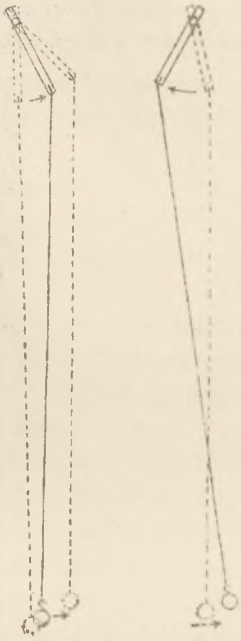


Fig. 5.

Setzt man zwei der Fadenpendel in Schwingungen senkrecht zur Axenebene, so wirken beide zugleich vermittelst der Hebel auf die Axe und diese führt Drehungen aus, die als Resultierende aus denen hervorgehen, welche jedes Pendel einzeln erzeugen würde. Die Marke des Zeigers bewegt sich dementsprechend und führt Interferenzbewegungen aus. Wirken beide Pendel gleich stark und stets mit entgegengesetzter Phase, so demonstriert der Stillstand der Marke vollkommene Aufhebung, bei anderen Phasenverhältnissen, verschiedenen Amplituden, verschiedenen Pendellängen zeigt der Zeiger andere Arten von Interferenzen. Die Schreibborste *t* schreibt auf einer Schreibwalze die Curven der zusammengesetzten Wellenbewegungen auf; es ist z. B. leicht, die Curve von Verhältnissen wie bei den Tönen *c* und *c'* schreiben zu lassen, welche sonst die algebraische Addition der Ordinaten der beiden Wellen nach der bekannten Methode ergiebt. Ebenso leicht kann man die Curvenform eines Accordes wie *c*, *e*, *g*, *c'*, die zweier naheliegenden Töne, etwa *c* und *cis*, auch die einer Dissonanz mehrerer Töne rasch aufschreiben lassen. Natürlich erfolgen die einzelnen Schwingungen viel langsamer als bei hörbaren Tönen, was für die Demonstration an der Zeigermarke ebenso günstig ist, wie die leichte, gesetzmässige Veränderung der Schwingungsverhältnisse nach dem Pendelgesetze für Herstellung jedes beliebigen Falles.

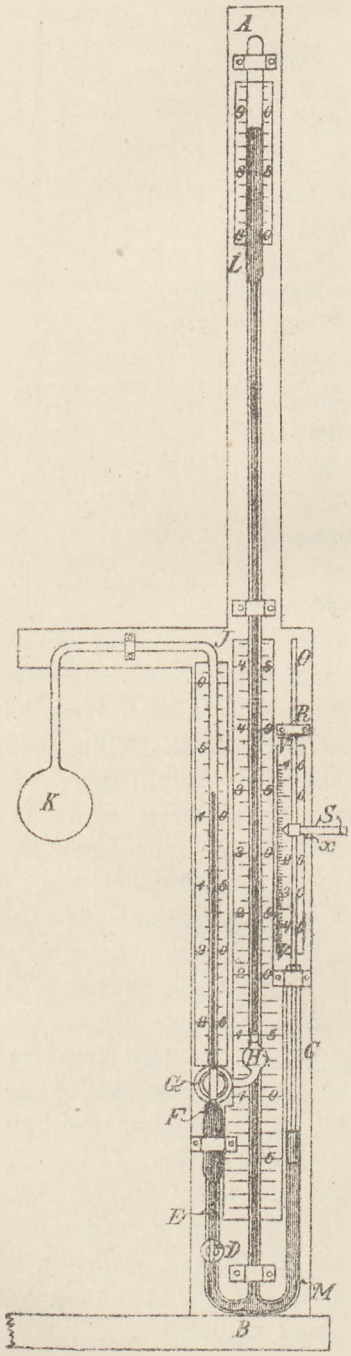
Die Versuche, welche der Apparat gestattet, sind mit dem Gesagten noch nicht erschöpft; bei eigenem Probieren wird man auf manches kommen, namentlich Aussonderung einer Componente aus zusammengesetzter Bewegung, allmähliche Entfernung dieser Componente aus der Bewegung einer Kugel, Übertragung auf eine andere, Übungen über das Princip der Krafterhaltung u. dergl.[1])

[1]) Die beschriebenen Apparate werden von der Firma Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin C., ausgeführt.

Über ein neues selbstcorrigierendes Luftthermometer.

Von
Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a./H.

Seit Jahren bin ich bemüht gewesen, empfindliche und auf mehrere Meter ablesbare Luftthermometer für Unterricht, Technik und Wissenschaft herzustellen.



Zuerst beschrieb ich 1888 in dieser Zeitschrift *I 102* ein Luftthermometer mit Schwefelsäureindex und einer Differenzskala, an der man noch in 6 m Abstand Zehntelgrade beobachten kann. Dies Instrument wurde im Lauf der Jahre wesentlich verbessert und namentlich mit einem Dreiweghahn zum bequemen Ein- und Auslassen der Säure, sowie mit einem Absperrhahn für den Transport, ausgestattet. Es hat sich selbst im Anfangsunterricht als zweckmässig und bequem bewährt, bedarf aber für absolute Bestimmungen einer Verstellung der Hauptskala nach dem Barometerstande.

Ein Jahr später beschrieb ich das erste selbstcorrigierende, mit dem „umgekehrten Gefässbarometer" verbundene Luftthermometer (*Wied. Ann. 36, 763*; d. Zeitschr. *II 245* und *IV 215*), welches weitgehendes Interesse erweckte. Seiner Verbreitung stand aber der Umstand entgegen, dass es sich im gefüllten Zustande nicht mit Sicherheit versenden liess. Vor kurzem habe ich nun zu meiner eigenen Überraschung erkannt, dass man zur selbstthätigen Beseitigung der Einflüsse des Luftdrucks jedes Quecksilberbarometer, insonderheit das Heberbarometer, in einfachster Weise benutzen kann. Nehmen wir ein gewöhnliches Heberbarometer und drücken das Quecksilber im offenen Schenkel mittels des Stopfens um einige Centimeter hinab, so dass die Quecksilbersäule in gehobener Stellung verharrt, ohne die Leere ganz auszufüllen, so ist auch der Druck an jedem Punkte der Säule constant geworden und lediglich bestimmt durch den senkrechten Abstand vom oberen Quecksilberspiegel. Damit ist ein so bequemer Weg zur Construktion eines selbstcorrigierenden Luftthermometers gewiesen, dass man kaum begreift, wie man erst einen weit schwierigeren, wenn auch interessanteren, Umweg einschlagen konnte.

Nach dem angedeuteten Prinzip construierte ich das nachfolgende Instrument; *AB* ist das 105 cm lange Barometerrohr, *BC* dessen offener Schenkel. Die Teile *AL* und *MC* sind 6 mm weit, das übrige Rohr etwa halb so weit. Es steht mit einem zweiten durch den Hahn *D* verschliessbaren kurzen Schenkel *BE* in Verbindung, dem mittels eines Stücks Schlauch das Luftthermometer *EFGIK* angeschlossen ist.

Das Luftthermometer besteht, wie bei meinen älteren Instrumenten, aus der Kugel *K* und dem zweimal rechtwinklig gebogenen Capillarrohr, in dessen längerem Schenkel *IG* sich die Sperrflüssigkeit vor der Hauptskala auf und ab bewegt. Das Rohr steht durch den Dreiweghahn *G* mit der Erweiterung *F* und diese durch ein 2 cm langes, 2 mm weites Rohrstück mit *EB* in Verbindung. Ausserdem ist an *G* der mit Stöpsel verschliessbare kleine Einguss *H* gesetzt.

Als Sperrflüssigkeit dient mit Indigo gefärbte 78procentige Schwefelsäure, die gerade 8mal leichter ist, als Quecksilber. Die Säure füllt etwa ein Drittel von *F*, während darunter das Quecksilber steht.

Der Lederstopfen im offenen Schenkel hat einen langen Stiel aus dickem Stahldraht *O*, welcher durch den Riegel *R* geführt und mit dem rechtwinklig dazu stehenden Griff *S* bewegt wird. In der Normalstellung wird der Griff bis auf den Anschlagstift *X* hinabgebracht.

Die Zusammensetzung und Füllung des ganzen Instruments ist eine einfache Sache. Namentlich kann man mit Hilfe des Dreiweghahns durch Ziehen oder Einschieben des Stopfens, bezw. durch Neigen oder Aufrichten des Apparats, die Sperrflüssigkeit nach Belieben ein- oder ausgetrieben werden.

Die Hauptskala, welche die Ausdehnung des eingeschlossenen Luftvolums misst, umfasst etwa 28 Celsiusgrade. Der Abstand der Gradstriche hängt natürlich von den Abmessungen der einzelnen Teile des Apparats ab. Ich habe mich für folgende Grössen entschlossen: Der innere Durchmesser von *AL* ist 6 mm, von *F* 10 mm, von *IG* 1,6 mm, von *K* 50 mm. Dann erhält ein Celsiusgrad die Länge von 11 mm, so dass man noch aus 5 m Entfernung Zehntelgrade schätzen kann.

Die Herstellung dieser Skala geschieht empirisch. Der Nullpunkt kommt nahe an das Knie des Capillarrohrs zu liegen, so dass man in der Normalstellung des Stopfens die Temperaturen von -1 bis $+27$ ablesen kann. Die Gradlängen nehmen, wie die Theorie ergiebt, mit der Temperatur zu, aber so wenig, dass es nach dem Augenmaass nicht wahrgenommen werden kann.

Ausser dieser gewöhnlichen Art, das Thermometer zu beobachten, können die Temperaturen auch durch die Drucke bei constantem Volumen bestimmt werden. Man kann je durch Auf- und Abwärtsschieben des Stopfens den Säurefaden auf irgend einen bestimmten Punkt, z. B. auf den 10°-Strich der Hauptskala einstellen. Dann muss der Stand des Stopfens der Temperatur entsprechen. Man liest dieselbe an der Druckskala *O* ab. Zu dem Zweck sitzt an dem Griff *S* ein kleiner Zeiger, der für gewöhnlich nach vorn steht, aber vor die Skala kommt, wenn man den Griff nach vorn dreht.

Die Gradlänge an der Druckskala ist überall gleich und ergiebt sich durch Division des in der Thermometerkugel vorhandenen Drucks durch die jeweilige absolute Temperatur. Das macht für die angegebenen Grössenverhältnisse 2,70 mm. Die Druckskala wird a priori berechnet und dadurch richtig angebracht, dass man die Kugel zugleich mit einem Quecksilberthermometer in ein Gefäss mit Wasser von Zimmertemperatur taucht und den Säurefaden auf den Strich 10 drückt. Dann befestigt man die Skala so, dass der Zeiger genau auf die betreffende Temperatur weist.

Die Druckskala ist nun das bequemste Mittel, die Hauptskala herzustellen und jederzeit zu controlieren. Ausserdem dient sie, um den Bereich der Hauptskala erforderlichenfalls nach oben oder unten hin zu erweitern. Denn es ist einleuchtend, dass wenn man den Zeiger aus der Normalstellung (10°) auf 0 oder

20 schiebt, dadurch die Werte der Hauptskala um 10° erhöht oder erniedrigt werden. Umgekehrt erweitert sich auch die Druckskala, wenn man den Säurefaden nicht auf 10, sondern auf 0 oder 20 einstellt.

Es verdient ausdrücklich hervorgehoben zu werden, dass auch diese Temperaturbestimmung aus dem Druck bei constantem Volum vom äusseren Luftdruck durchaus unabhängig ist.

Um alle die im Instrumente herrschenden Drucke ohne Weiteres ablesen zu können, ist ein Streifen Millimeterpapier auf das Brett hinter dem Barometerrohr geleimt.

Wenn man will, kann man bei geschlossenem Hahn *D* und hochgezogenem Stopfen den Apparat auch als Heberbarometer benutzen. Indessen darf das Instrument prinzipiell nicht als eine Verbindung von Luftthermometer mit einem Barometer angesehen werden. Wohl war dies bei dem älteren mit dem umgekehrten Gefässbarometer zutreffend. Aber bei dem beschriebenen spielt der Luftdruck gar nicht mehr mit. Das Luftthermometer communiciert nicht mehr mit der Atmosphäre, sondern mit der Toricellischen Leere.

Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass man die Form und die Abmessungen des Luftthermometers für bestimmte Verwendungen auch anders wählen kann. Die beschriebene und abgebildete Construktion hat in erster Linie Unterrichtszwecke im Auge. Sie hat sich nach sechsmonatlichem häufigen Gebrauch auf allen Unterrichtsstufen gut bewährt. Dass dies Instrument schon an sich namentlich für Schüler der Oberstufe wegen der scharfen Bestätigung des Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetzes sehr lehrreich ist, und dabei übersichtlich und leicht verständlich, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Es ist bequem zu handhaben und direct ablesbar, wie das Quecksilberthermometer. Es ist bis auf Zehntelgrade zuverlässig; die einzige Fehlerquelle liegt in zufälligen Ungleichheiten der Capillardepression an der oberen Kuppe. Es folgt Temperaturänderungen des umgebenden Mediums schneller als das Quecksilberthermometer. Die Beweglichkeit des Säurefadens nimmt selbstverständlich mit seiner Länge ab, weshalb man ihn bei thermoskopischen Versuchen mit Hilfe des Stopfens bis fast auf den Hahn herabbringt. Der Hauptvorzug des Luftthermometers ist aber der, dass die Temperaturen von der ganzen Klasse bis auf Zehntelgrade abgelesen werden können.

Die Verwendung eines solchen Thermometers beschränkt sich aber nicht allein auf den Lehrsaal und das Laboratorium, sondern es dürfte auch in Krankenhäusern, Kühlanlagen, Darrräumen, Mälzereien, Gewächshäusern u. s. w., kurz überall da, wo es gilt, mässig hohe Temperaturen zu überwachen und zu regeln, gute Dienste leisten.

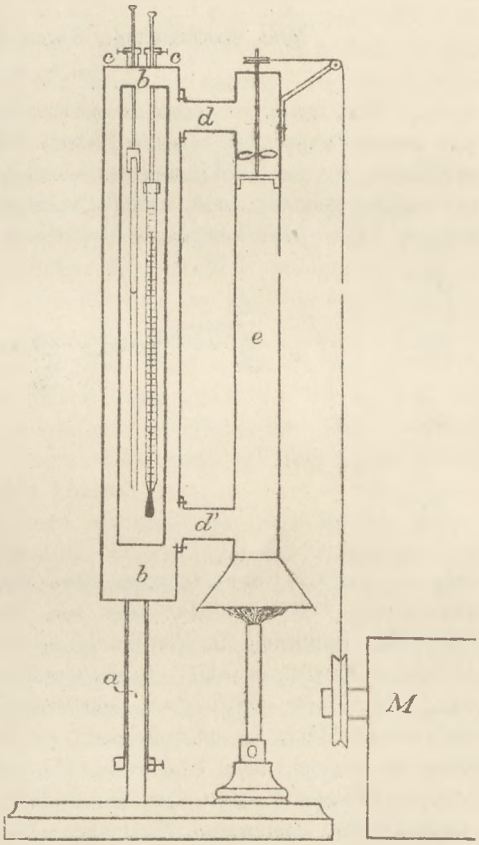
Zum Schluss sei noch ausdrücklich hervorgehoben, dass das beschriebene Instrument, wenn der Hahn geschlossen und der Stopfen bis zur Füllung der Leere herabgeschoben ist, versandt werden kann, wie jedes Heberbarometer.

Anmerk. Herr Max Kohl in Chemnitz hat die alleinige Ausführung der neuen Luftthermometer übernommen.

Ein Vorlesungsapparat zur Demonstration des kritischen Zustandes der Kohlensäure.

Von
Professor Dr. J. v. Zakrzewski in Lemberg.

Will man das Verschwinden des Meniscus der flüssigen Kohlensäure im kritischen Zustande derselben einem grösseren Auditorium mittels Projection sichtbar machen, so begegnet man ziemlich grossen Schwierigkeiten, wenn man ein scharfes Bild der Natterer-schen Röhre mit Kohlensäure wie auch eines Projectionsthermometers zu erreichen wünscht. Ob man nämlich ein cylindrisches oder auch parallelopipedisches Gefäss zum Wasserbade verwendet, immer sind die optischen Bedingungen an der Kohlensäure-Röhre bei der Flüssigkeitsgrenze wie auch an der Thermometerröhre so verschieden, dass es kaum möglich ist, ein scharfes Bild des Ganzen, besonders aber des Meniscus zu erhalten.



Diese Schwierigkeiten verschwinden gänzlich, wenn man statt des Wasserbades ein Luftbad verwendet. Der Versuch ist dann — besonders wenn man ihn in möglichst kurzer Zeit ausführen will — freilich nicht so exakt wie beim Gebrauche des Wasserbades, in welches die ganze Kohlensäure-Röhre taucht, dafür ist aber das projicierte Bild sehr deutlich und scharf.

Der Apparat, den ich zu dem Zwecke anfertigen liess, ist in der Figur schematisch abgebildet. Ein der Höhe nach verstellbarer Fuss *a* trägt einen parallelopipedischen Kasten aus Messingblech *b*, dessen zwei gegenüberstehende Wände Spiegelglasplatten bilden. Derselbe ist 42 cm hoch, 6 cm breit und 3 cm tief. Im Deckel trägt er zwei Hülsen *c*, in denen Messingstäbchen als Halter für die Kohlensäure-Röhre und das Thermometer gleiten und mittels Schrauben in geeigneter Höhe festgeklemmt werden können. Die Metallwände sind innen mit Filz verkleidet. In einer der Seitenwände sind oben und unten zwei etwa 3 cm weite Öffnungen gemacht, an deren Ränder zwei horizontal verlaufende, etwa 4 cm lange Messingröhren d, d' angeschraubt, vom Kasten aber durch Asbestringe isoliert sind. Dieselben münden in ein Kupferrohr *e*, welches die Luftheizvorrichtung bildet. Unten trichterförmig erweitert und durch eine Kupferplatte *f* dicht verschlossen, trägt es oben, etwas unterhalb der Mündung von *d* ein Flügelrädchen, welches durch einen kleinen elektrischen Motor getrieben, die Luftcirkulation beschleunigt.

Eine kleine Flamme eines Bunsenbrenners, welche die Platte *f* erhitzt, genügt, um die Temperatur der Kohlensäure-Röhre und des Thermometers im Kasten binnen 6—7 Minuten bis 30° zu erhöhen. Man entfernt aber die Flamme schon, sobald das Thermometer bis etwa 26° gestiegen ist. Die Heizröhre bleibt längere Zeit warm, das Thermometer steigt bis etwa 32°, um nachher langsam zu fallen. Da die Temperatur des Luftbades — wenn man für den Versuch nicht zu viel Zeit verwenden will — etwas höher gehalten werden muss, so kann es vorkommen, dass das Thermometer, wenn sein Gefäss klein ist, sich rascher erwärmt als die Kohlensäure und im Momente des Verschwindens

des Meniscus etwa 32 oder 33° anzeigt. Man kann dem abhelfen, indem man über das Thermometergefäss ein Glasnäpfchen in Korkfassung befestigt, in welches man so viel Quecksilber nachgiesst, bis sich der Temperaturgang des Thermometers mit dem der Kohlensäure ausgleicht, also der Meniscus bei 31° verschwindet.

Bestimmt man die Höhe der Kohlensäure in der Röhre, indem man als Längeneinheit den Grad der Thermometerskala nimmt, so kann man in demselben Versuche auch den scheinbaren Ausdehnungscoefficienten der Flüssigkeit in den Temperaturgrenzen des Versuches ziemlich genau ermitteln.

Kleine Mitteilungen.

Eine anschauliche Form des Foucaultschen Pendelversuches.

Von Dr. E. Adolph in Elberfeld.

Wer im Besitz einer intensiveren Lichtquelle ist, kann den Foucaultschen Versuch mit einem Pendel von einigen Metern Länge und ohne sonstige Hilfsmittel in einer Weise ausführen, die zur Vorführung vor einem grossen Publikum sich eignet und die Pendeldrehung in wenigen Minuten noch auffälliger zeigt, als sie mit den längsten Pendeln demonstriert werden kann. Das Verfahren beruht auf folgender Überlegung. Es sei AB in Fig. 1 der als gerade Linie gedachte Weg des Pendels. Bringt man nun vielleicht vor B in C einen Lichtpunkt und gegenüber in GH einen Schirm an, so wird der Draht des Pendels oder ein unter demselben angebrachter Stift einen Schatten auf GH bei D, also in der Verlängerung von AB werfen, wenn nämlich C selber in der Verlängerung von AB liegt. Führt nun AB eine geringe seitliche Drehung in die Lage A_1B_1 aus, so rückt der Schatten von A_1 nach F, der Schatten von B_1 jedoch schon nach L. Die wirkliche Seitenabweichung BB_1 erscheint also von der Grösse DL, d. h. vergrössert im Verhältnis $CL:CB_1$, während die Strecke AA_1 in der Schattenprojektion die Vergrösserung $DF = AA_1 . CF:CA$ erleidet. Beide Quotienten können auch ersetzt werden durch $CD:CB$ resp. $CD:CA$[1]). Will man den Versuch nicht nur zur Anschauung bringen, sondern auch durch Messung controllieren, so hat man leicht aus LD resp. DF durch Verkürzung im angegebenen Verhältnis die Strecken AA_1 und BB_1 und durch Division mit OB die Tangente oder den Sinus des Ablenkungswinkels. (Diesen letzteren als klein innerhalb der bekannten Grenzen gedacht). Es liegt auf der Hand, dass man durch dies einfache Mittel die Pendelabweichung auf ein beliebiges Vielfaches vergrössern und so binnen kürzester Frist zur Anschauung bringen kann. Den Versuch selbst führe ich in folgender Weise aus. Als Lichtquelle dient mir ein Skioptikon bekannter Form, dessen Gehäuse ich jedoch durch eine elektrische Lampe mit feststehendem Lichtpunkte ersetzt habe. Die positive Kohle, (Fig. 2) welche ich immer unten brenne — aus naheliegenden Gründen für Spektralversuche — stelle ich etwas schräg zurück, von der Condensatorlinse weg und erreiche, wie bekannt sein dürfte, dass der Lichtkrater sich schräg seitwärts bildet und wie ein Reflektor die Hauptmenge der Strahlen wagerecht wirft. Die eine Condensatorlinse entferne ich, erhalte also ein Bündel paralleler Strahlen, die ich mittels des Objektivs zu einem Bilde der Kohlenspitzen vereinige. Bei C, Fig. 1, erscheint nun der hellleuchtende Krater der Kohle. An diesem Punkte stelle

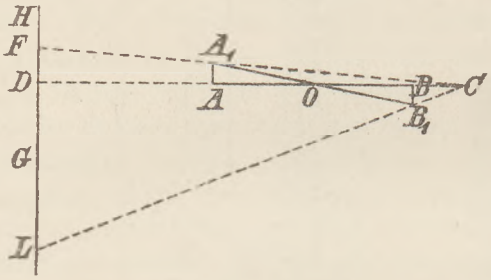


Fig. 1.

Fig. 2.

---

[1]) Man vergleiche hierzu die Aufgabe von Longinescu im 1. Heft dieses Jahrgangs Anm. d. Red.

ich einen Schirm mit kreisrundem Diaphragma auf. Auf dem Schirm GH erscheint alsdann ein Lichtkreis und in demselben der Schatten einer Stricknadel, welche ich an dem bekannten Weinholdschen Pendel statt des Pinsels angebracht habe. Auf dem Schirm habe ich mit ein paar Zwicken einen schmalen Streifen schwarzen Papiers von Breite des Schattens (selbstredend in Vertikalstellung) befestigt. Den Schirm stelle ich so, dass der Schatten der Stricknadel und die schwarze Marke sich genau decken. Wenn ich nun mit grosser Genauigkeit das Pendel vor Torsion beim Abziehen schützen will, so stelle ich noch einen senkrechten Draht zwischen C und B, so dass auch sein Schatten auf die Marke fällt. Dieser Hilfsdraht wirft nun auch auf die Pendelkugel seinen Schatten, den ich mit einem Kreidestrich bezeichne. Dann ziehe ich das Pendel in bekannter Weise ab, sorge, dass der Schatten der Stricknadel wieder auf die Marke fällt, drehe die Kugel, bis der Schatten des Hilfsdrahts auf dem Kreidestrich liegt, entferne den Hilfsdraht, beruhige das Pendel und brenne den Faden durch. Der Schatten der Stricknadel steigt nun zunächst auf der Marke auf und ab, beginnt jedoch nach links alsbald grössere, nach rechts kleinere Abweichungen von der Marke zu zeigen. Hin- und Rückgang lassen sich auch an der wechselnden Breite des Schattens leicht unterscheiden. Kommt es mir auf grosse Schärfe an, so nehme ich ein Diaphragma, wie es bei Beugungsversuchen üblich ist; ich erhalte dann einen kleineren Lichtkreis und muss das Zimmer abdunkeln. Die Schatten aber werden sehr scharf, umsäumt von einem Beugungsphänomen. Für gewöhnlich benutze ich eine kreisförmige Öffnung von $2^1/_2$ mm Durchmesser. Die Schatten — zumal links — werden dann freilich weniger scharf; ich erhalte aber einen grossen Lichtkreis und kann den Versuch bei gedämpftem Tageslicht machen. Wer keine elektrische Lampe hat, wird sich natürlich weiterer Öffnungen bedienen und die daraus hervorgehenden Mängel in den Kauf nehmen müssen. Mein Pendel hat nur ca. $4^1/_4$ m Länge. Ich kann jedoch ganz gut $CB = 10$ cm und $CD = 450$ cm nehmen, was in der That annähernd so von mir ausgeführt ist. Dann erscheint die Seitenabweichung des Pendels 45fach vergrössert, was sonst nur mit einem Pendel von $4^1/_4 \times 45 =$ ca. 190 m Länge erreicht werden könnte.

Das Edelmannsche Projektionsverfahren[2]) habe ich nicht erprobt. Jedenfalls erfordert dasselbe einen grösseren Aufwand an Apparaten; auch genügt das vorbeschriebene Verfahren vollständig, um die scheinbare Pendelabweichung binnen 10 Sekunden hervortreten zu lassen.

Die Aufhängung des Pendels konnte nicht in der üblichen Weise ausgeführt werden, da die betreffende Stelle nur durch jedesmaligen Aufbau eines besonderen Gerüstes zugänglich war, auch eine ständige Unterbringung der gesamten Cardanischen Aufhängung nicht wohl anging, weil die unter der Decke zugeführte Heiz- und Ventilationsluft die Gefahr baldigen Verrostens nahe legte. Es ist also eine Aufziehvorrichtung angebracht, welche das Herunterlassen der ganzen Aufhängung in kurzer Frist ermöglicht. Gegenüber dem Accent, den die Bücher auf eine sichere Befestigung des Pendels unter der Decke legen, erscheint eine solche Einrichtung auf den ersten Blick bedenklich genug. Sie hat sich aber durchaus bewährt; das Pendel schwingt so regelrecht, wie ein nach gewöhnlichem Verfahren aufgehängtes nur vermag.[3])

---

[2]) *Wied. Ann. XLV 1892, S. 187.*

[3]) Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf die grossen Vorzüge der Schattenprojektion überhaupt in der oben beschriebenen Anordnung hinweisen. Apparate und Versuche, die wegen ihrer dreidimensionalen Ausdehnung oder Grösse in gewöhnlicher Weise nicht projiziert werden können, lassen sich so mit grosser Schärfe und vor einem zahlreichen Publikum zur Anschauung bringen, z. B. die bekannten Weinholdschen Drehstromapparate, Meldes Knoten schwingender Saiten (diese nötigenfalls in beliebiger Verkürzung der über meterlangen Saite durch schräge Beleuchtung) und ähnliche Sachen erscheinen in überraschender Deutlichkeit.

Machs Pendelversuch.

Von Dr. **H. J. Oosting** in den Helder (Holland).

Dr. W. König[1]) verwendet für den Machschen Pendelversuch ein Metronom auf der unter beliebigen Winkel zu neigenden Fläche desjenigen Apparates, den man zur Demonstration der Gesetze der schiefen Ebene anwendet.

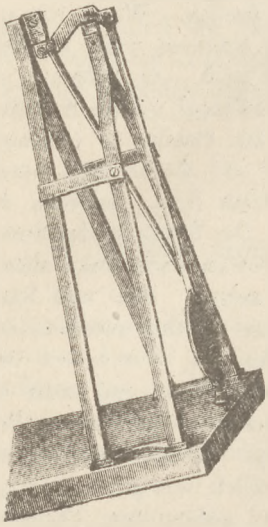


Fig. 1.

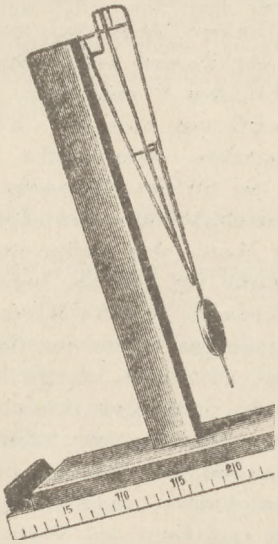


Fig. 2.

Dies veranlasst mich zur Veröffentlichung zweier Abänderungen des Machschen Apparates. Der erste Apparat (Fig. 1) ist nach dem Erscheinen der Machschen Publikation[2]) entworfen und construiert worden von dem seither verstorbenen Universitätsmechaniker H. Deutgen in Groningen. Das Eigentümliche des Apparates ist, dass die Drehungsaxe gebildet wird von Messerschneiden, von denen die eine aufwärts, die andere nach unten gerichtet ist.

Vor einigen Jahren habe ich ein sehr einfaches Pendel anfertigen lassen, das auf Weinholds schiefe Ebene (Fig. 2) gesetzt werden kann. Dabei habe ich das Prinzip des ersten Apparates beibehalten. Die Drehungsaxe wird gebildet von der Linie ab (Fig. 3), welche die Spitzen a und b des gezeichneten S-förmigen gehärteten Eisendrahtstückes vereinigt. Die Spitzen drehen sich in Vertiefungen in der eisernen Platte PQ. Weiter besteht das Pendel aus starkem Messingdraht und einer Bleimasse.

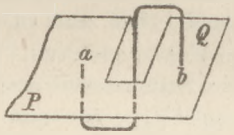


Fig. 3.

Ankermagnetismus dynamoelektrischer Maschinen.

Von **W. Weiler** in Esslingen.

Ein Anker, Ring- oder Trommelanker, wird durch die Pole NS seines Magneten (Fig. 1) so induciert, dass er diesen gegenüber die entgegengesetzten Pole ns erhält; durch seinen eigenen Strom wird er aber selbst so magnetisiert, dass die Verbindungslinie seiner Pole $N_1 S_1$ im allgemeinen senkrecht steht zur Verbindungslinie seiner vom Magneten erregten Pole ns. Aus diesen beiden Magnetisierungen setzt sich eine neue Magnetisierung $n_1 s_1$ zusammen, deren Richtung von der gegenseitigen Stärke der Pole ns und $N_1 S_1$ abhängt.

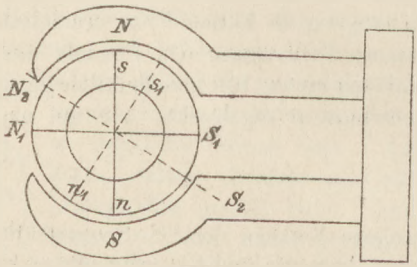


Fig. 1.

Um diese Vorgänge in einfacher, anschaulicher Weise zu zeigen, kann man in folgender Weise verfahren. Zwei gehärtete Ringe aus Stahlblech von etwa 10 cm äusseren, 6 cm innerem Durchmesser und 2 mm Dicke werden so magnetisiert, dass sie zwei Pole erhalten, dann mit weissem Papier beklebt, auf diesem die Durchmesser der neutralen Linien gezogen und jeder Halbkreis noch in vier Teile

---

[1]) Diese Zeitschr. *VII 84.*

[2]) Die Mechanik und Beiblätt. zu *Wied. Ann. 6, 57, 1882.*

geteilt; die eine Papierscheibe schneidet man etwas grösser als die andere, damit die Einteilung über diese hervorsieht.

Man siebt dann auf den einen Ring Eisenfeilspäne; diese ordnen sich, besonders deutlich im Innern des Ringes in Kurven, die von einer Polgegend zur andern sich erstrecken, also etwa senkrecht zu neutralen Durchmesser. Hierauf schüttelt und streift man die Feilspäne ab und legt beide Ringe so aufeinander, dass die neutralen Durchmesser senkrecht zu einander stehen. Die wieder aufgesiebten Feilspäne ordnen sich jetzt in der Mittellage zu den gekreuzten Durchmessern, wofern die Magnetismen beider Scheiben nahezu gleich stark sind, und die neutrale, zu den Feilkurven senkrecht stehende Linie ist um 45° verschoben. Je nach der Stellung der beiden Durchmesser zu einander ordnen sich die durch die Feilspäne angedeuteten Kraftlinien nach dem Parallelogramm der Kräfte.

Will man den Magnetismus der einen Stahlblechscheibe nicht ändern, so kommt man den Ankermagnetismen mit einem Ring aus Eisenblech noch näher (Fig. 2). Er wird mit Draht von 0,5 bis 1 mm Durchmesser in zwei Lagen bewickelt; diese können einzeln oder in Reihen geschaltet werden. In Fig. 2 ist der Ring rechts gewunden, weil der Südpol am Eintritt des Stromes induciert wird oder auch, weil die Windungen, von S_1 aus gesehen, im Sinne des Uhrzeigers laufen. Auch dieser Ring wird mit einer weissen Papierscheibe geklebt.

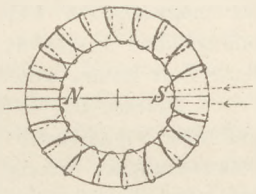


Fig. 2.

Zunächst sendet man einen Strom um den Ring und zeigt, dass die Pole wirklich auch bei N_1 und S_1 liegen. Sodann legt man ihn auf die Schenkel eines Hufeisen-Stahlmagneten, damit er die Pole n und s (Fig. 1) erhält; nach Entfernen der Eisenfeile erregt man ihn wieder durch einen Strom. Je nach der Stärke des Stromes und je nachdem man nur eine Lage oder beide Lagen in Reihenschaltung verwendet, stellen sich die Feilkurven verschieden zu der Verbindungslinie der Pole des Feldmagneten und damit verschiebt sich auch die neutrale Linie (Fig. 1) $N_2 S_2$ gegen die neutrale Linie $N_1 S_1$, die durch den Feldmagnetismus allein entstehen würde.

Um zu messenden Versuchen zu gelangen, muss man den Stahlmagneten durch einen Elektromagneten ersetzen, beide Ströme, im Magneten und Anker, in Ampère messen, die Windungszahlen beider abzählen und bei gleicher Stromstärke im Anker entweder nur eine Lage oder beide in Reihenschaltung verwenden. Man erhält dann den Satz: Für kleine Verschiebungswinkel (Fig. 1 $N_1 N_2$ oder $S_1 S_2$) muss das Verhältnis: Das Produkt aus der Stromstärke mal Windungszahl im Magneten zu dem Produkt aus der Stromstärke mal Windungszahl im Anker möglichst gross sein. Bei derselben Stromstärke ist der Verschiebungswinkel um so kleiner, je weniger Windungen der Anker enthält; man giebt ihm daher bei Lichtmaschinen möglichst wenig Windungen.

Das Fixieren des magnetischen Zustandes im Eisen.

Von **Desiderius Fényes** in Arad (Ungarn).

Der im weichen Eisen induzierte freie Magnetismus verschwindet bekanntlich nicht vollständig mit dem Aufhören der induzierenden Wirkung, sondern es bleibt unter gewissen Umständen noch eine ziemliche Quantität von remanentem Magnetismus darin zurück. Die Menge dieses remanenten Magnetismus hängt wesentlich von dem Umstande ab, dass das weiche Eisen nach dem Aufhören der Induktion keinen stärkeren mechanischen oder molekularen Erschütterungen ausgesetzt wird, da die Menge des freien Magnetismus durch die Erhaltung der Richtung der Eisenpartikelchen bedingt ist.

In ein Probierröhrchen verschlossenes und etwas zusammengedrücktes Eisenpulver zeigt bekanntlich auch nach dem Aufhören der Induktion freien Magnetismus, so lange das Pulver in der Röhre nicht durcheinander geschüttelt wird. Wenn man also das Verschieben der Eisenteilchen noch während der Magnetisierung verhindert, können die Teilchen ihre durch die Induktion erhaltene Lage nicht mehr verändern und behalten

dauernd den durch diese Lage bestimmten freien Magnetismus, d. h. sie bilden einen permanenten Magneten. Dieses Verhindern der Verschiebung gelingt dadurch, dass man das Eisenpulver mit einem anfangs weichen, später aber hart werdenden Stoffe vermischt und die so gebildete Masse, während sie hart wird, in einem magnetischen Felde verharren lässt. Solch ein Verfahren wäre z. B. das Zusammenschmelzen des Eisenpulvers mit weissem Wachs und das Auskühlenlassen dieser Masse in einem magnetischen Felde. Ein von mir vor mehr als zwei Jahren so bereiteter permanenter Magnet ist heute noch von unveränderter Stärke.

Man arbeitet aber viel bequemer mit feinem Gipspulver, welches, beiläufig in gleichem Volumverhältnis, in das feine Eisenpulver gemischt wird. Es können in dieser Weise die compliziertesten magnetischen Felder bequem und dauernd kopiert und vervielfältigt werden, indem man die Masse bis zu ihrem Hartwerden im magnetischen Felde verharren lässt. Man besitzt in diesem Verfahren ein Mittel, um einzelne Partieen des magnetischen Feldes vereinzelt abzugiessen und diese, wenn auch nicht in ihrer anfänglichen Intensität, doch aber in der Verteilung des freien Magnetismus nach beliebiger Zeit immer untersuchen zu können.

Kurze, leicht bewegliche Magnetnadeln sind zu einer solchen Analyse der Richtung und des Vorzeichens sehr geeignet, und wenn die Kopien im Felde eines kräftigen Elektromagnets erzeugt wurden, lassen sich sogar die Kraftlinien mittels Eisenfeilspähnen sehr schön darauf abzeichnen. Damit in dieser Weise bloss die „Coërcitivkraft“ des Klebstoffes zum Ausdruck gelange, benutzte ich zu meinen Versuchen chemisch reines, sehr feines Eisenpulver.

Das Eisenpulver, welches bei so feiner Verteilung und vielleicht auch angeregt von der geringen Wärme, welche durch das Aufnehmen des Krystallwassers vom Gipspulver entwickelt wird, eine starke Oxydation erleidet, erzeugt dabei eine beträchtliche Verbrennungswärme. (Die Oxydation findet nicht statt, so lange die Masse in einem Glasgefäss, wo sie auch magnetisiert wurde, gut verschlossen bleibt.) Solch eine Masse kann zu den Glühstoffen gerechnet werden; ein etwa 300 g schweres Stück fing an, ungefähr 12 Stunden nach dem Vermischen warm zu werden und mit einem Thermometer in Flanell gewickelt zeigte es ungefähr 5 Stunden lang eine Temperatur von 80° C., wobei das Eisen sich nahezu vollständig in Oxyde, allerdings auch in Rost (circa 2 mm tief von der freien Oberfläche gerechnet) verwandelte. Diese Oxydation ist indessen für den von nun an permanenten freien Magnetismus von keiner wesentlichen Bedeutung; es werden ja selbst die natürlichen Magneterze von Oxyden des Eisens gebildet.

Schülerversuche zur Demonstration einiger Eigenschaften des Wasserstoffgases.

Von **H. Rebenstorff** in Dresden.

1. Das Aufsteigen eines leichten Gases, besonders von Wasserstoff, in einem schwereren lässt sich mit Hilfe von Salmiaknebeln folgendermaassen sichtbar machen. Ein grosses Becherglas werde durch ein festzubindendes Blatt Schreibpapier, in dessen Mitte eine kleine Öffnung von etwa 1 cm Durchmesser geschnitten ist, überdeckt und umgekehrt auf einen Ring des Stativs gestellt. Mit Hilfe einer etwas Ammoniak enthaltenden Waschflasche wird in das Becherglas ammoniakhaltige Luft eingeblasen. Der Wasserstoff wird durch einen Schlauch zugeführt, welcher am einen Ende mit einer kleinen, zur Spitze ausgezogenen Glasröhre versehen ist; der vom Entwicklungsapparat eben losgelöste Schlauch werde an beiden Seiten zugehalten, die Spitze der Glasröhre in Salzsäure getaucht und dann unter die Öffnung des Becherglases gehalten. Man kann nun an dem U-förmig gehaltenen Schlauch zweckmässig das Prinzip des Wasserstoffhebers erläutern; denn nur bei geeignetem Verhältnis der beiden Schenkel zeigt sich im Becherglas das kerzengerade Emporsteigen der salmiakhaltigen Wasserstoffsäule. — Stülpt man über das äussere Schlauchende einen Cylinder mit Wasserstoff, so kann man den-

selben vollständig in das Becherglas hinein entleeren. Man kann dem Schüler die Frage zur experimentellen Behandlung vorlegen, ob der Heber das Gas aus dem Cylinder in das Becherglas überführt, wenn der Schlauch mit Luft erfüllt ist, und in welcher Weise ein Ansaugen des Hebers möglich ist.

2. Das Emporsteigen erwärmter Luft sieht man sehr deutlich, wenn man in das wie beim vorigen Versuche aufgestellte Becherglas einen Glasstab einführt, welcher einige Zeit hindurch in heisser Salzsäure stand. Zur experimentellen Behandlung durch einen Schüler eignet sich die Frage, ob solche Luftströmungen in Wasserstoff schneller oder langsamer als in atmosphärischer Luft erfolgen. Zum Vergleiche lässt man zwei Bechergläser in der vorhin beschriebenen Weise vorbereiten. Das eine wird durch Einleiten aus einer bis auf den Boden eingeführten Glasröhre mit Wasserstoff gefüllt und schliesslich dieses Gas ammoniakhaltig gemacht, indem man in die Leitung zwischen Gasentwicklungsflasche und Becherglas die mit Salmiakgeist beschickte Waschflasche einschaltet. Statt der Bechergläser lassen sich gut gewöhnliche Glasflaschen mit weiter Öffnung verwenden, welche in den Stativringen überdies sicherer stehen. In einem zum Teil mit Salzsäure gefüllten Probierglase, welches über einer kleinen Flamme oder im Wasserbade sich befindet, stehen zwei Glasstäbe, welche aufsteigende Luftströme hervorrufen, sobald sie in die mit den ammoniakhaltigen Gasen erfüllten Gefässe eingeführt werden. Der Versuch ergiebt, dass das Emporsteigen im Wasserstoff viel langsamer stattfindet als in atmosphärischer Luft. Oft steigen dort die Salmiaknebel nur einige Centimeter hoch, während sie in der atmosphärischen Luft sich stets erst am Boden des Gefässes zerteilen.

3. Auch Diffusionserscheinungen lassen sich mit Hilfe von Salmiaknebeln gut sichtbar machen. Zu dem folgenden Versuche ist jedoch die Anwendung von Cigarrenrauch vorzuziehen. Es ist bekannt, dass man einen deutlich wahrnehmbaren Strom erwärmter Luft erhält, wenn man ein Glasgefäss umgekehrt auf ein Blatt Papier stellt, unter Anheben des Glases auf der einen Seite einen ganz langsamen Rauchstrahl einbläst, das Glas wieder senkt und nach dem Emporheben von unten her dem verschliessenden Papierblatte das brennende Ende der Cigarre nähert. Eine Bodenschicht sehr dichten Rauches erhält man vollkommener auf folgende Weise. Ein Glasgefäss (geschliffenes Trinkglas) mit ebenem Rande wird auf ein mehrfach zusammengelegtes trockenes Tuch aufrecht hingestellt. Ohne das Glas anzufassen — man würde es sonst einseitig erwärmen — bläst man aus einem weiten Schlauch von etwa 15 cm Länge, den man bis auf den Boden einsenkt, einen möglichst langsamen Rauchstrom hinein, welcher eine 2 bis 3 cm hohe Bodenschicht bilden wird. Man bedeckt, nachdem der Schlauch langsam entfernt wurde, das Glas mit einem Blatte Schreibpapier, legt ein Brett oder ein dünnes Buch darauf und wendet nun, indem man die eine Hand oben auflegt, die andere unter das Tuch führt, das Glas ganz langsam um, wobei es gleichzeitig durch die unten zugreifende Hand emporgehoben wird. Geschieht das Umdrehen in 5 bis 10 Sekunden, so bedeckt der Rauch in dicker, undurchsichtiger Schicht, deren oberste Regionen ein wenig farbig erscheinen, nur den Bodenteil des Luftraums. Man schiebt nun Glas samt Papier vorsichtig von dem Brette auf den Ring des Stativs oder besser auf einen recht ebenen Kreisring aus Blech, den man auf einen Stativring stellt. Mit Hilfe des so vorgerichteten Glases lässt sich in auffallender Weise die Diffusion von Wasserstoff durch Schreibpapier demonstrieren. Lässt man nämlich gegen das verschliessende Papier Wasserstoff strömen, so erhebt sich sofort über der betreffenden Stelle ein dichter Rauchstrom und in wenig Augenblicken ist die ganze am Boden lagernde Rauchmasse zum Aufströmen gebracht. Dass Wasserstoffgas leicht Fliesspapier durchdringt, kann man bekanntlich dadurch sichtbar machen, dass man es über einem Blatte dieser Papiersorte anzündet, wenn man es von unten dagegen ausströmen lässt. Aber auch ziemlich dicht erscheinendes Papier wird leicht durchdrungen. Um eine überall in gleicher Beschaffenheit vorkommende Papiersorte zu verwenden, benutzte ich auch eine deutsche Reichspostkarte mit bestem

Erfolge. Ein besonders dünnes Brett vom Boden eines Cigarrenkistchens liess dagegen Wasserstoff nicht hinreichend hindurch, um einen aufsteigenden Rauchstrom hervortreten zu lassen. Ein Stück unbenutzten Stanniols, zwischen Glas und Postkarte liegend, zeigte einen geringen Grad von Durchlässigkeit. Der Wasserstoff wölbte den Rauch zu einer schön gerundeten Kuppe langsam empor. Vielleicht bietet der Versuch ein einfaches Mittel, Stanniolsorten auf einen grösseren oder geringeren Grad von Porosität zu prüfen.

Für die Praxis.

Zur Dioptrik. Von K. Fuchs in Pancsova. 1. Vor Allem empfehle ich eine viereckige pneumatische Wanne. In das Wasser schüttet man einige Tropfen rote Tinte (Metallrot). Die Bahn der Lichtstrahlen (Sonnenlicht) erscheint dann in der roten Flüssigkeit scharf gezeichnet leuchtend grün. Wenn man an die Wand der Wanne eine (etwa planconvexe) Sammellinse legt und das Licht horizontal einfallen lässt, dann sieht man in der Flüssigkeit den Strahlenkegel leuchtend grün.

2 An eine Langseite stellt man im Innern der Wanne eine weiss angestrichene Blechtafel. Auf derselben kann schwarz ein geteilter Kreis gemalt sein und in ihm ein vertikaler Durchmesser. Wenn man nun die Wanne zur Hälfte (eventuell bis zur Mitte des Kreises) mit Wasser füllt und schräg über eine Schmalseite Licht einfallen lässt, dann zeichnet auf der weissen Wand der Schatten der Schmalseite die Richtung der einfallenden Strahlen. Die Grenze des beleuchteten grünen und des unbeleuchteten roten Wassers giebt die Richtung der gebrochenen Strahlen.

3. Auf den Boden der Wanne legt man eine ihm gleiche weisse Blechtafel, auf der den Schmalseiten parallel schwarze Linien, etwa im Abstand von je 1 cm, gezogen sind. Über eine Schmalseite der leeren Wanne lässt man Licht fallen und bemerkt den Strich, bis zu welchem der Schatten reicht. Nun giesst man langsam Wasser zu. In dem Maasse, als der Spiegel des Wassers sich hebt, weicht der Schatten auf dem Boden zurück, von Strich zu Strich. Die Grenze von Grün und Rot giebt überdies die Richtung der gebrochenen Strahlen.

4. Man nimmt eine grössere Krystallisierschale und legt auf deren Boden eine weisse Blechscheibe. Das Ganze stellt man auf ein weisses Brett; es ist gut, wenn in dieses die Schale so weit versenkt werden kann, dass die Ebene der Blechscheibe und des Brettes in ein Niveau fallen. Nun lässt man auf die mit Wasser gefüllte Schale von der Seite her fast horizontal einen Strahl fallen. Die Entstehung des Regenbogens lässt sich dann sehr schön zeigen. Die Bahn des Strahles im Wasser zeichnet sich scharf auf dem Blechboden; man sieht klar die Convergenz resp. Divergenz des Strahlenbündels sowie die Dispersion; auf der äusseren Ebene zeigt sich der bei der Reflexion austretende Teil des Lichtbündels.

5. Man nimmt einen Glasblock, eine Glassäule, deren Basis dem Querschnitt einer Linse gleicht, und legt ihn auf eine weisse Ebene. Er stellt dann einen Linsenquerschnitt dar. Wenn man einen Lichtstrahl (eventuell volles Licht) fast horizontal auffallen lässt, zeichnet sich auf der Ebene der einfallende und der gebrochene Strahl, eventuell der Kegel hinter der Linse. Es ist gut, wenn die Basis des Glasblockes matt ist.

Krystallbildungen. Von W. Weiler. Man löst Bittersalz in Bier auf und übergiesst mit der Lösung eine reine Glasplatte; nach einigen (2 bis 3) Stunden bilden sich darauf zarte Krystalle aus, weit schöner als aus der wässerigen Lösung. Von den Ansatzpunkten aus ziehen sich nach allen Seiten feine Strahlen, die Strahlengebilde sind durch hyperbelartige Linien geschieden, so dass die Strahlenpunkte als Brennpunkte der Grenzlinien erscheinen. Sehr schön, ähnlich wie bei Harnstoffsalzen, sieht man bei gehöriger Geduld diese zarten Strahlen im Skioptikon anschiessen.

Berichte.

1. *Apparate und Versuche.*

Versuche zum Boyleschen und Gay-Lussacschen Gesetz. In der Sitzung der Royal Dublin Society am 17. Januar 1894 führte J. Joly folgende einfache Versuche aus: Eine gleichmässige, ein Meter lange Röhre, die an einem Ende geschlossen war, wurde lotrecht mit letzterem Ende nach unten aufgestellt und ein bestimmter Luftraum v_1 darin durch eine kurze Quecksilbersäule abgesperrt. Die Länge der letzteren vermehrt um den Barometerstand ergab den Druck p_1. Die Luft wurde nun weiter mit Quecksilber belastet und v_2 und p_2 gemessen. Er erhielt recht genaue Ergebnisse. Um die Ausdehnung der Luft durch die Wärme zu bestimmen und die Bedeutung des absoluten Nullpunkts darzuthun, wurde das untere Ende der Röhre in schmelzendes Eis gestellt und solange Quecksilber hinzugefügt, bis die Luft 273 mm einnahm, dann wurde sie in eine langhalsige Flasche mit kochendem Wasser eingetaucht. Die Luftsäule stieg nun bis 373 mm. (*Nature 15. Febr. 1894.*)

Ein von W. Rheam in der *Nature* (8. März 1894) für denselben Zweck angegebenes Verfahren stimmt mit dem früher von F. Melde veröffentlichten (d. Zeitschr. *I 168*) überein. Eine ebd. beschriebene Vorrichtung, um die Druckänderung eines Gases durch Wärme bei unverändertem Volumen zu messen, hat keine Vorzüge vor Fr. C. G. Müllers Luftthermometer (d. Zeitschr. *I 102*). *H. H.-M.*

Ein Jod-Voltameter. Von Herroun (*Electrical Review 36, 680; 1895*). Die bei den Silber- und Kupfervoltametern erforderlichen Wägungen der Elektrode will Herroun dadurch vermeiden, dass er als Elektrolyt eine 10 bis 15prozentige Lösung von Zinkjodid verwendet und die durch den Strom ausgeschiedene Jodmenge durch Titrieren mit einer Natriumhyposulfitlösung bestimmt. Auf dem Boden eines engen hohen Cylinders liegt die Anode aus Platinblech, deren Zuleitungsdraht in eine Glasröhre eingeschmolzen ist. Als Kathode dient ein amalgamierter Zinkstab, der mit Fliesspapier oder mit Pergamentpapier umwickelt ist, um das Herabfallen von Metallteilen zu verhüten. Statt des einfachen Cylinders lässt sich auch ein U-förmig gebogenes Glasrohr verwenden, in dessen Biegung Asbestpfropfen eingeschoben sind. In den einen Schenkel des U-Rohres taucht die Platinanode, in den anderen die Kathode aus amalgamiertem Zink. Das während des Stromdurchganges an der Anode ausgeschiedene Jod sammelt sich an derselben an, ohne zur Kathode hindurchzudringen. Nach Abstellen des Stromes wird die Zinkkathode entfernt, die Flüssigkeit umgerührt und mit einer Lösung von 12,8375 g krystallisiertem Natriumhyposulfit in 1 l Wasser titriert, von der 1 ccm mit der durch 5 Coulomb ausgeschiedenen Jodmenge äquivalent ist. Das Jodvoltameter eignet sich nur für schwache Ströme; bei 9 qcm Elektrodenfläche darf der Strom 0,1 Ampère nicht überschreiten. Die Zinkjodidlösung lässt sich aufbewahren, wenn man, um die freiwillige Jodausscheidung zu verhindern, einige Stücke metallisches Zink in die Flüssigkeit hineinwirft. *H. R.*

---

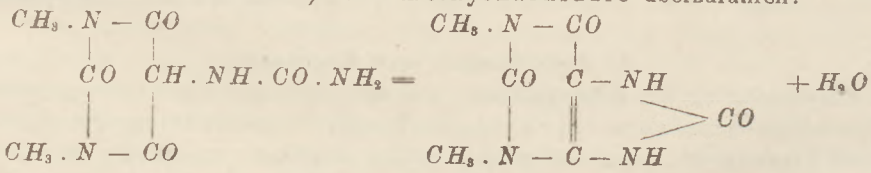
2. *Forschungen und Ergebnisse.*

Zur Erklärung des Alpenglühens. Auf der vorjährigen Versammlung der schweizer Naturforscher in Schaffhausen gab J. Amsler-Laffont eine Erklärung, die sich dem thatsächlichen Vorgang des zwei-, selbst dreimaligen Erglühens anschliesst, und auch über die Unterschiede im Glanze der Erscheinung sowie über die Zeitpunkte ihres Auftretens Aufschluss giebt. Amsler sah von Rigi-Scheidegg aus die Sonne an einem vollständig klaren Horizonte untergehen. Nach einigen Augenblicken erhob sie sich wieder, — wenn auch schwächer leuchtend, bis die ganze Scheibe sichtbar war und ging nach etwa zehn Minuten zum zweiten Male unter. Kurz darauf erschien sie zum dritten Male, so dass etwa $^3/_4$ ihrer Scheibe wieder sichtbar wurden, bis dann schliesslich gewissermaassen ein dritter Sonnenuntergang folgte. Ein Beobachter im Thal hätte also bei dieser Gelegenheit den Gipfel des Rigi noch zweimal wieder von den Sonnenstrahlen beleuchtet gesehen, ähnlich wie beim Alpenglühen die Bergspitzen wieder rosig erglänzen. Amsler deutet

die Erscheinung in folgender Weise: Bei ruhigem Wetter und heiterem Himmel nimmt die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft mit der Erhebung über den Boden ab, daher muss der Brechungsindex der Luft von unten nach oben zunehmen. Die Sonnenstrahlen verfolgen demnach kurz vor dem Untergang eine nach oben gekrümmte Bahn und erreichen die Bergesgipfel nicht mehr, obwohl für diese die Sonne noch über dem Horizonte steht; dies setzt der ersten Färbung ein Ende. Sobald nun die tieferen Luftschichten nicht mehr von den Sonnenstrahlen durchzogen werden, kühlen sie sich ab, und diese Abkühlung wirkt bis zu den durchleuchteten Schichten in die Höhe. Die Brechbarkeit der Luft wird gleichmässiger und kann sogar in umgekehrtem Sinne wie vor Sonnenuntergang sich von unten nach oben ändern, so dass die Strahlen geradlinig durchgehen oder selbst nach unten gebrochen werden und die Bergspitzen zum zweiten Mal erleuchten. Schliesslich können die in der unmittelbaren Berührung mit dem Erdboden warm gebliebenen Luftschichten in die Höhe steigen und dort den Brechungsindex vermindern, so dass die Strahlen wieder stark nach unten gekrümmt werden und ein drittes Erglühen der schneebedeckten Gipfel veranlassen. Amsler findet durch Rechnung, dass ein Temperaturunterschied von 7,5° auf 100 m Erhebung über dem Erdboden hinreicht, um die Sonnenstrahlen einen Bogen beschreiben zu lassen, dessen Krümmung der der Erdoberfläche gleich ist. Die Strahlen der etwa am Horizont von Bordeaux noch eben sichtbaren Sonne treffen so die Alpen noch einmal, freilich stark geschwächt und fast ganz der blauen Strahlen beraubt, so dass die Gipfel in mattem Rot erglänzen. (*Arch. des sc. phys. et nat. s. III. t. 32, 278, 1894;* vgl. *Himmel und Erde April 1895; Naturw. Rundschau 1895, No. 4.*)

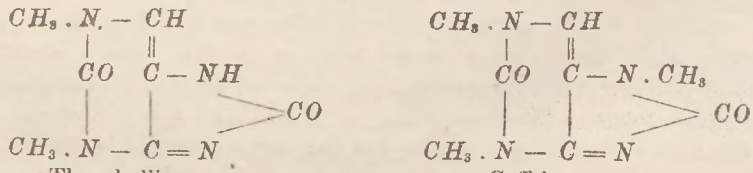
Die Synthese des Caffeins. Von Emil Fischer und Lorenz Ach (*Sitzungsber. der Berliner Akademie XIV 1895, 14. März*). Obgleich man die Ähnlichkeit der Harnsäure mit dem Xanthin und Caffein längst erkannt hatte, waren die bisherigen Versuche, den Übergang von der Säure zu den beiden Basen zu finden, erfolglos. Wegen der Wichtigkeit, welche die Xanthinbasen für die physiologische Chemie besitzen — als wesentlicher Bestandteil der Nucleine (Kossel, Ztschr. f. physiol. Ch. *III, 284* und *IV, 290*) — nahmen die oben genannten Forscher die Arbeiten wieder auf. Erst auf Umwegen, und zwar dadurch, dass es gelang, die bisher unbekannte Dimethylharnsäure, welche die beiden Methylgruppen im Alloxankern enthält, darzustellen, wurde das Ziel erreicht. Letztere liess sich nämlich in Dimethylxanthin umwandeln, das aber nichts anderes ist als Theophyllin, welches Kossel (a. a. O. 13, 298) im Thee aufgefunden und in Caffein übergeführt hat.

Die totale Synthese des Caffeins zerfällt demnach in folgende Phasen: 1) Dimethylharnstoff und Malonsäure vereinigen sich zu Dimethylmalonharnstoff; 2) Aus letzterer entstehen ein Nitrosokörper, dann das Dimethyluramil und endlich die Dimethylpseudoharnsäure; 3) letztere gelang es nun mittels schmelzender Oxalsäure (welche hier zugleich lösend und wasserentziehend wirkt) in Dimethylharnsäure überzuführen:



Dimethylpseudoharnsäure — Dimethylharnsäure

4) Letztere wird in Theophyllin übergeführt, dessen Verwandlung in Caffein längst bekannt ist



Theophyllin — Caffein.

Die Verfasser sind der Ansicht, dass die Synthese einen praktischen Wert vorläufig nicht beanspruchen könne, da die Zahl der Operationen zu gross und das Verfahren zu kostspielig ist, doch würde sich die Frage anders gestalten, wenn es gelänge, die Harnsäure selbst so zu methylieren, dass beide Methyle in den Alloxankern eintreten; es sei nicht ausgeschlossen, dass sich dereinst die Industrie der Caffeinsynthese bemächtigen werde. *O.*

Elektrische Messung des Sternenlichtes. Von Minchin (*Electrician 35, 203; 1895*). Die vor einiger Zeit von Minchin construierte photoelektrische Zelle (siehe d. Ztschr. *VIII 99*) besteht aus einem mit Aceton gefüllten Glasröhrchen, das zwei Aluminiumelektroden enthält, von denen die eine von einer dünnen Selenschicht bedeckt ist. Durch Bestrahlung der Selenschicht entsteht an der Berührungsfläche zwischen Selen und Flüssigkeit eine elektromotorische Kraft, so dass das mit Selen bedeckte Aluminiumblatt eine positive, die Flüssigkeit, also auch die blanke Aluminiumelektrode, eine negative Ladung erhält. Die positive Ladung der Selenelektrode kann an einem Elektrometer nachgewiesen werden, wenn die negative Elektrode der Zelle zur Erde abgeleitet wird. Durch Verwendung einer besser geeigneten Flüssigkeit, nämlich des aus dem Ricinusöl durch Destillation gewonnenen Oenanthols hat Minchin diese Zelle so empfindlich gemacht, dass sie sich zur Messung der Lichtstärke von Fixsternen und Planeten verwenden lässt. Eine Prüfung der Selen-Aluminiumzelle im Spektrum des Drummondschen Kalklichtes hat gezeigt, dass die Zelle eine über das ganze sichtbare Spektrum vom äussersten Rot bis über das Violett hinaus sich erstreckende fast constante Empfindlichkeit besitzt, deren Maximalwert im gelben Teil des Spektrums liegt. Zur Messung der Strahlung der Sterne wurde die photoelektrische Zelle in ein Newtonsches Teleskop an die Stelle des Okulars eingesetzt, die nicht empfindliche blanke Elektrode der Zelle mit der Erde, die empfindliche Selenelektrode durch einen gut isolierten Kupferdraht mit einem Quadrantelektrometer verbunden, das in einem getrennten Raume aufgestellt war. Die Quadranten des Elektrometers bestanden aus Aluminiumblech; zwei gegenüber liegende Quadranten ruhten auf Messingfüssen, die zugleich die leitende Verbindung mit dem Gehäuse also mit der Erde herstellten, die beiden anderen Quadranten wurden von Säulen aus geschmolzenem Quarz getragen und somit auf die vollkommenste Weise isoliert. Die Empfindlichkeit dieses Elektrometers war so gross, dass ein Leclanchéelement bei 2 m Skalenabstand eine Ablenkung von 530 mm hervorbrachte. Die auf die Selenschicht fallende Strahlung ist dem Quadrate der erzeugten elektromotorischen Kraft proportional; das Verhältnis der von zwei verschiedenen Sternen ausgestrahlten Energien lässt sich daher aus den entsprechenden Ablenkungen der Elektrometernadel und den Entfernungen, d. h. den Parallaxen der beiden Sterne berechnen. Es wurden zunächst nur die Sterne Regulus, Arcturus, η Bootis und der Saturn untersucht. Die Messungen ergaben für Regulus die Elektrometerablenkung 4,75 mm, für Arcturus 8,00 mm. Wird die Parallaxe des Regulus zu 0,093″, die des Arcturus zu 0,018″ angenommen, so folgt, dass Arcturus $75^3/_4$ mal so viel Energie in den Raum ausstrahlt als Regulus. Für η Bootis ergab sich eine Elektrometerablenkung von etwa 1 mm, der 0,0028 Volt entsprechen, so dass auch ein verhältnismässig lichtschwacher Stern eine messbare elektromotorische Kraft in der Zelle hervorruft. Saturn lieferte die Ablenkung 3,25 mm. Ein Vergleich dieser Messungen mit dem photometrisch bestimmten Helligkeitsverhältnis von Regulus und Arcturus zeigte eine gute Übereinstimmung beider Zahlen. *H. R.*

---

3. *Geschichte.*

Die Erfindung des Telephons. Prof. Hughes hielt bei dem Festessen der National Telephone Co. in London am 15. März eine Rede, in der er einige interessante Mitteilungen zur Geschichte des Telephons machte. Er erwähnte, dass die erste theoretische Beschreibung eines vollständigen elektrischen Telephons sich in Du Moncel, Exposée des

Applications, Paris 1854 findet. Sie lautete: „Wenn man nahe einer beweglichen Platte spricht, welche hinreichend biegsam ist, um auf alle Schwingungen der Stimme reagieren zu können, und derart angeordnet ist, dass sie den Strom einer Batterie abwechselnd schliesst und unterbricht, dann kann man an einer entfernten Stelle eine andere Platte dahin bringen, gleichzeitig dieselben Schwingungen auszuführen.“ Leider führte der Urheber dieses Gedankens, der Franzose Charles Bourseul, ihn nicht wirklich aus. „Es sind, fuhr Hughes fort, jetzt ungefähr 30 Jahre her, dass ich meine ersten Versuche mit einem wirklichen Telephon anstellte; es war im Jahre 1865, zu welcher Zeit ich mich in St. Petersburg aufhielt, um mit der russischen Regierung einen Vertrag wegen meines Drucktelegraphen abzuschliessen, als ich aufgefordert wurde, vor dem Kaiser Alexander II, der Kaiserin und dem ganzen Hofe in Zarskoe Sselo einen Vortrag über Telegraphie zu halten; ich that dies; da ich aber wünschte, dem Kaiser nicht nur meinen eigenen Telegraphenapparat, sondern auch die letzte Neuheit auf diesem Gebiete vorzuführen, so sandte mir Professor Philipp Reis in Friedrichsdorf sein neues Telephon nach Russland, durch das ich in den Stand gesetzt wurde, alle musikalischen Töne vollkommen klar zu senden und zu empfangen, ebenso einige wenige gesprochene Worte. Die Übertragung der letzteren war indessen höchst unsicher, denn zu Zeiten wurde ein Wort sehr klar übermittelt, dann aber hörte plötzlich ohne ersichtlichen Grund die Übertragung vollständig auf. Das wundervolle Instrument beruhte auf der richtigen Theorie des Telephons und enthielt alle die notwendigen Teile, um es praktisch zu gestalten. Der unglückliche Erfinder starb 1874 fast unbeachtet, arm und verkannt, aber die deutsche Regierung war seitdem bestrebt, ihm Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, indem sie ihn als ersten Erfinder anerkannte und ihm ein Denkmal auf dem Friedhof in Friedrichsdorf errichtete.“

Hughes konnte sich zunächst nicht weiter mit der Erfindung von Reis befassen, da ihn sein Drucktelegraph vollauf in Anspruch nahm. Erst nachdem 1877 ein Bell-Telephon nach England gekommen war, fing er wieder an, sich mit telephonischen Versuchen zu beschäftigen. Er fand, dass das Bell-Telephon als Empfänger ganz ausgezeichnet war, hingegen als Sender nur mangelhaft arbeitete, da die erzeugten Ströme zu schwach waren, um auf grössere Entfernung zu wirken. Dies veranlasste ihn, das Verfahren von Reis wieder aufzunehmen, bei welchem eine besondere Batterie verwendet wurde, die durch die Bewegung eines Diaphragmas beeinflusst wurde. Zahlreiche Versuche auf dieser Grundlage führten Hughes schliesslich zur Erfindung des Mikrophons. In der Maisitzung der Royal Society 1878 hielt Hughes einen Vortrag, in dem er seine Erfindung veröffentlichte und die Welt mit einer neuen nutzreichen Vorrichtung bereicherte, ohne für sich die Vorteile zu beanspruchen, welche dem Erfinder gewöhnlich zustehen. Diese wichtigen Ausführungen von Hughes lassen von neuem die Bedeutung der Arbeiten von Reis hervortreten. (*E. T. Z. XVI 244, 1895.*)

---

4. *Unterricht und Methode.*

Elektrostatik. Versuch einer elementaren, auf Experimente gegründeten Darstellung ihrer Hauptlehren. Von Dr. F. Bohnert. Progr.-Abh. der Realschule vor dem Holstenthore zu Hamburg, Ostern 1895. Progr.-No. 759. 32 S. Der Verfasser bietet eine an die neueren namentlich in dieser Zeitschrift erschienenen Arbeiten anschliessende Darstellung der Elektrostatik, wobei jede Rechnung vermieden, dagegen auf scharfe Fassung und anschauliche Entwicklung der Begriffe die grösste Sorgfalt verwendet ist. Von Apparaten benutzte der Verfasser besonders das Kolbesche Elektrometer mit Aichungsskala und bediente sich bei allen Versuchen zur Projektion eines Skioptikons mit Auerschem Glühlicht.

Der Stoff ist in folgende Abschnitte gegliedert: *A.* Grundthatsachen; *B.* Elektroskop und Elektrometer; *C.* Mit Elektroskop und Elektrometer zu beobachtende Thatsachen und Gesetze; *D.* Die Beziehungen zwischen Potential, Ladungsmenge und Ka-

pazität eines Leiters; *E.* Apparat zur Erzeugung grösserer Ladungsmengen und höherer Potentiale auf Leitern; *F.* Zweite Erweiterung des Potentialbegriffs. Es sind 76 Versuche beschrieben und im Verlauf derselben 16 Definitionen und 25 Gesetze entwickelt.

In *A* wird die elektrische Erregung durch Reibung, die Unbeständigkeit des elektrischen Zustandes, die Übertragbarkeit des Zustandes durch Berührung und der Unterschied von Leitern und Nichtleitern behandelt. Für den letzteren Zweck wäre wohl der Gebrauch eines Elektroskops vorzuziehen, da die Versuche dadurch bequemer, mannichfaltiger und eindringlicher werden. Auch wird die Unabhängigkeit der „Masse" eines Körpers von seinem elektrischen Zustande durch Wägen eines Hartgummistabes vor und nach dem Reiben demonstriert; hierdurch wird indessen nur die Unveränderlichkeit des Gewichtes dargethan. [Einem imponderablen Fluidum würde immer noch Masse zugesprochen werden dürfen, obwohl diese durch Wägung nicht nachweisbar wäre.]

In *B* wird das Potential zunächst nur als Zustand des Elektroskops eingeführt, dann durch eine besondere Definition (5) festgesetzt, dass das am Elektrometer durch leitende Berührung einer Stelle des Leiters erzeugte Potential das am Elektrometer gemessene Potential dieser Stelle des Leiters genannt werden solle; danach erst wird in Definition 6 ausgesprochen: das am Elektrometer durch leitende Berührung irgend einer Stelle des Leiters *L* erzeugte Potential soll das am Elektrometer gemessene Potential des Leiters *L* genannt werden. Für die genauen Versuche wird das Elektrometer mit einem metallischen fast geschlossenen Hohlkörper verbunden und der so erzeugte Apparat als „vollständiges Elektrometer" bezeichnet. Es wird nachgewiesen, dass das Potential, das durch im Hohlkörper befindliche elektrische Körper erzeugt wird, von den Dimensionen dieser elektrischen Körper unabhängig ist und dass in diesem Falle der elektrische Zustand völlig auf das Elektrometer übertragen wird. Statt Elektrizitätsmenge wird die Bezeichnung „elektrische Ladungsmenge" eingeführt; die am vollständigen Elektrometer beobachteten Potentiale werden nicht mehr als am Elektrometer gemessene Potentiale der Leiter, sondern (in Definition 9) als „am Elektrometer gemessene Potentiale von Ladungsmengen" bezeichnet. Späterhin wird auch Gebrauch von der „Hypothese" der Erhaltung der Elektrizität gemacht, wonach elektrische Ladungsmengen weder geschaffen noch vernichtet werden können und jede Veränderung elektrischer Zustände nur eine Folge veränderter Verteilung der einmal vorhandenen elektrischen Ladungsmengen im Raume ist.

In *C* wird das Gesetz abgeleitet, dass bei leitender Verbindung von Leitern verschiedenen Potentials der Ausgleich stets so erfolgt, als ob positive Ladungsmengen von den Stellen höheren zu den Stellen niedrigeren Potentials sich bewegten, und daran die erste Erweiterung des Potentialbegriffs (vgl. d. Zeitschr. *III 165*) angeknüpft. Über die Verteilung elektrischer Ladungsmengen auf Leitern wird das Gesetz aufgestellt „Ableitbare elektrische Ladungsmengen befinden sich nur auf der Oberfläche, nicht im Innern der Leiter". Von den hierfür üblichen Versuchen kann nur der am Hohlkörper des Elektrometers ausgeführte als ein Belag gelten; völlig beweisend für die vorliegende Fassung des Gesetzes ist nur der [nicht erwähnte] Versuch mit den Halbkugeln. Es folgen dann die bekannten Versuche über Dichte (auch über deren Abhängigkeit von der Nachbarschaft anderer elektrischer Leiter); dann die Versuche über die entgegengesetzte Erregung zweier geriebener Körper. Zu dem „quantitativen elektrischen Wirkungsgesetz" (ee'/r^2) wird ein Versuch angegeben, der eben nur den Sinn des Gesetzes zu erläutern gestattet: An Stelle der einen Schale einer chemischen Wage wird an Coconfäden eine ebene runde Metallplatte aufgehängt, unter ihr eine zweite ebensolche isoliert angebracht, so dass der Abstand $^1/_2$ cm beträgt. Beide Platten sind durch einen feinen Metalldraht verbunden, der die Bewegung der Wage nicht beeinträchtigt. Bei Zuführung einer elektrischen Ladung erfolgt eine Abstossung der oberen Platte. Bei $1^1/_2$ cm Abstand und thunlichst gleicher Ladung ist die Abstossung viel weniger kräftig,

bei grösserer Ladungsmenge dagegen wieder stärker. Diese Vorrichtung, die ja im Prinzip an Thomsons absolutes Elektrometer erinnert, dürfte doch für den hier zu führenden wichtigen Nachweis zu unvollkommen sein. Eine kleinere Coulombsche Drehwage dagegen reicht völlig aus, um den Nachweis mit grösserer Strenge zu führen; das Prinzip der Messung ist für die Schüler durchaus nicht zu schwierig. — Hiernach wird das elektrische Feld behandelt und die Änderungen des Potentials gezeigt, indem das Elektroskop selber in der Nähe eines elektrischen Leiters herumgeführt wird. [Zweckmässiger wäre doch, schon wegen der gleichmässigen Sichtbarkeit, die Verbindung eines entfernter aufgestellten Elektroskops mit einer bewegten Probekugel, obwohl das so erhaltene Potential nicht genau mit dem am Ort der Probekugel herrschenden zusammenfällt]. Der Ausschlag des Elektrometers, wenn man einen mit ihm verbundenen isolierten Leiter einem elektrischen Körper bis zu einer bestimmten Lage nähert, wird als das am Elektrometer gemessene, durch Feldwirkung erzeugte Potential des Leiters in dieser Lage bezeichnet (Definition 13). Dieses P. wird dann kurzweg das P. des Feldes an der betrachteten Stelle genannt. Es werden hierauf die Gesetze der Niveauflächen entwickelt, auch der Einfluss eines genäherten, zur Erde abgeleiteten Körpers (Drahtnetzes) auf die Form der Niveauflächen gezeigt. Wenn dabei von einer Zusammendrückung der Niveauflächen gesprochen wird, so darf die Zuordnung einer bestimmten Zahl von Niveauflächen zu den in empirischen Einheiten dargestellten Potentialwerten nicht unausgesprochen bleiben.

In demselben Abschnitt werden weiter die Schirmwirkungen, die Aufeinanderlagerung elektrischer Fernwirkungen und namentlich die Gewinnung elektrischer Ladungsmengen durch Feldwirkung behandelt. Hier kommen die Influenzerscheinungen unter dem Gesichtspunkte des Potentialbegriffs zur Erörterung, in ähnlicher Weise wie sie u. a. von Pfaundler (d. Zeitschr. *IV 18*) dargestellt worden sind. Die Entstehung zweier „sekundärer entgegengesetzt gleicher Ladungsmengen“ auf dem der Influenz unterworfenen Leiter ist nicht verschieden von der früheren Scheidung der positiven und negativen Elektrizität und könnte in der Ausdrucksweise noch enger an die herkömmliche Art angeschlossen sein. Der Vorzug der neueren Betrachtung zeigt sich erst, wenn aus dem Gesetz der Constanz des Potentials auf einem Leiter die Entstehung dieser Ladungen selbst als notwendig abgeleitet wird. Besonderer Nachdruck ist hier auf die Bemerkung zu legen, dass die algebraische Summe der von der primären und von den beiden sekundären Ladungen erzeugten Potentiale auf der ganzen Oberfläche des zweiten Leiters constant (und im Fall der Ableitung zur Erde = Null) sein muss. Auch die Darlegung, dass der Änderung der elektrischen Zustände bei Bewegung des der Influenz unterworfenen Leiters ein äquivalenter Arbeitsverbrauch entspricht, ist beachtenswert. Den Abschluss dieses Abschnitts bildet die Spitzenwirkung.

In *D* wird die elektrische Kapazität durch einfache Versuche erläutert und mit der Wärmekapazität in Parallele gestellt. [Dass erstere abhängig von der Beschaffenheit der Umgebung letztere davon unabhängig ist, stellt keinen begrifflichen, sondern nur einen empirischen Unterschied beider Grössen dar]. Die Beziehung zwischen Kapazität, Potential und Ladungsmenge wird durch Vergleich mit einem Gasthause unter Bildung der Begriffe Saalkapazität, Besuchsgrad, Besuchsmenge ganz anschaulich versinnlicht.

In *E* werden die Vorgänge an der Reibungselektrisiermaschine an der Hand der gewonnenen Begriffe betrachtet und die Condensatorvorrichtungen besprochen. Hier ist namentlich gut entwickelt, dass der Collektor durch die Einwirkung der Condensatorplatte infolge der vergrösserten Ladung auch ein erhöhtes Potential erhält; es wird die Collektorplatte an dem positiven Conduktor der Elektrisiermaschine geladen und gezeigt, dass nach dem Verstärkungsprozess bei erneuter Annäherung des Collektors an den Conduktor positive Elektrizität von jenem auf diesen übergeht. Eine Condensatorvorrichtung wird zutreffend als Verwandlungsapparat einer Ladungsmenge gegebenen Potentials in eine solche höheren Potentials bezeichnet.

In *F* endlich wird die Aichungsskala geprüft und das Potential als auf die Einheit der Ladungsmenge bezogene Arbeitsgrösse (Definition 16) definiert.

Aus dem Angeführten wird ersichtlich sein, dass die Abhandlung als eine beachtenswerte Bereicherung der auf diesen Gegenstand bezüglichen Litteratur angesehen werden darf.

P.

Über die Bedeutung, Einrichtung und Leitung praktischer Übungen im Laboratorium. Von F. Dannemann (Barmen). *Fries u. Meyer, Lehrproben u. Lehrg. Heft XXXV, 88.* Der Verfasser hebt den grossen erziehlichen Wert praktischer Arbeiten im chemischen Laboratorium hervor und giebt hinsichtlich der Ventilation, Abzugsvorrichtungen, Reagentien u. s. w. detaillierte Anweisungen, in denen man manche wertvollen Fingerzeige, allerdings auch manches Selbstverständliche und Bekannte findet. Für je 4, höchstens 6 Schüler wird ein besonderer Abzug verlangt; die Zahl der Schüler soll eine beschränkte sein, da die unmittelbare Anleitung des Einzelnen Bedingung des Gelingens ist; die beiden verfügbaren Stunden sollen unbedingt hintereinanderliegen; für jeden einzelnen Platz soll der Lehrer unablässig auf Ordnung und Reinlichkeit halten. Betreffs der für die Ausrüstung nötigen Apparate und Chemikalien verweist der Verfasser auf seinen Leitfaden für den Unterricht im chemischen Laboratorium (d. Zeitschr. *VIII 177*). Als Zweck der Übungen wird weniger die bessere Aneignung des chemischen Unterrichtsstoffes als vielmehr die Ausbildung des Beobachtungsvermögens und der Fähigkeit, für das Beobachtete die angemessene Form schriftlicher Darstellung zu finden, hingestellt. Es wird deshalb für das Lehrbuch eine Methode befürwortet, wonach nicht die Eigenschaften eines gegebenen Objektes dogmatisch aufgezählt, sondern nur Hinweise gegeben werden, welche Untersuchungen der Schüler vorzunehmen hat. Anstatt z. B. zu sagen (S. 3) „1. Kalkspat ist farblos, krystallisiert in hexagonalem System. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach dem Rhomboeder. Härte = 3. Spez. Gew. = 2,7. Im Wasser ist Kalkspat unlöslich, angefeuchtet auf Lackmuspapier gebracht, verändert er dasselbe nicht“ wünscht der Verfasser nur zu setzen: „1. Farbe? Form? Spaltbarkeit? Härte? spezifisches Gewicht? Löslichkeit im Wasser? Reaktion?“ Von Vorkenntnissen verlangt der Verfasser eine gründliche Kenntnis des chemischen Prozesses, nicht aber einen systematischen Überblick über das Gesamtgebiet der Chemie; vielmehr soll sich der Schüler die wesentlichsten Bausteine zu einem solchen selbst erarbeiten.

Bezüglich der Wahl der Stoffe werden mit Recht die Mineralien vor den künstlichen Präparaten bevorzugt. Bei der Herstellung von anorganischen Präparaten wünscht der Verfasser nicht ein Arbeiten nach gegebenem Rezept, sondern der Schüler soll durch Vorversuche den Verlauf des in Frage kommenden Prozesses erkunden, nach Aufstellung der Gleichung das Verhältnis der Quantitäten ermitteln und dann erst an die Herstellung des Präparates gehen. Auch die Rückstände im Kippschen Apparate sollen benutzt werden; es wird z. B. näher angegeben, wie die Flüssigkeit nach beendeter H_2S-Entwicklung auf Eisenpräparate zu verarbeiten ist. Die wichtigsten Reagentien, wie Lackmus- und Indigolösung, Phosphorsalz, Kaliumpermanganat, Kupferoxyd u. s. w. sollen ebenfalls vom Schüler hergestellt werden. Zum Schluss führt der Verfasser die erwähnten methodischen Gesichtspunkte an einem weiteren Beispiel, der Darstellung von Kaliumnitrit, näher aus und wünscht, dass zur Befestigung des Grundgesetzes auch einige quantitative Bestimmungen ausgeführt werden, z. B. die Ermittelung des Krystallwassers im Kupfervitriol, die Bestimmung des Eisens im Eisenoxyd oder die des Kupfers auf elektrolytischem Wege.

O.

---

5. *Technik und mechanische Praxis.*

Die praktischen Anwendungen des Ozons. In der Jahresversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft im Oktober 1894 berichtete Dr. O. Frölich über diejenigen Anwendungen des Ozons, über welche seitens der Firma Siemens & Halske in den

letzten Jahren Versuche angestellt worden sind. — Über die Sterilisierung mittels Ozons war von seiten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes durch Dr. Ohlmüller (1892) Folgendes ermittelt worden: Wenn in einer Flüssigkeit ausser Bazillen noch oxydierbare Stoffe vorkommen, so werden durch eingeleitetes Ozon in der Regel zuerst alle Oxydationen bewirkt und dann erst die Bazillen, allerdings in durchgreifender Weise, getötet. Von praktischem Wert könnte demnach dies Ergebnis nur bei verhältnismässig reinem Wasser werden; es wäre z. B. ein Leichtes — falls sich in dem für Berlin bestimmten Leitungswasser gefährliche Bazillen eingenistet hätten —, in den Wassertürmen mittels der vorhandenen aber nie voll beschäftigten Dampfmaschinen so viel Ozon zu erzeugen, dass das Wasser genügend sterilisiert wird. Weniger günstig lauten die Resultate Ohlmüllers hinsichtlich der Ventilation; Bazillen, die sich in der Luft und an den Wänden befinden, werden nur wenig durch Ozon angegriffen. Übrigens ist das reine Ozon, oder besser die reine ozonisierte Luft, dem Geruch nach völlig verschieden von der Waldluft; sie riecht „muffig“ und selbst in grosser Verdünnung nicht angenehm oder erfrischend. Indessen könnte wohl durch Beimengung anderer Gase zum Ozon, namentlich von Dämpfen ätherischer Öle, eine zweckmässige Ventilation für Krankenhäuser u. s. w. hergestellt werden; in Amerika soll man in dieser Hinsicht gute Erfahrungen gemacht haben. — Auch die schon länger bekannte Fähigkeit des Ozons, auf Spirituosen mildernd und veredelnd einzuwirken, dieselben gleichsam zu altern, wurde von neuem untersucht; es zeigte sich, dass besonders süsse und schwere Weine, desgleichen Liqueure zum Teil bedeutende Veränderungen erfahren. Zur Verbesserung von jungem Cognac findet das ausprobierte Verfahren bereits vereinzelt praktische Anwendung. Versuche von Dr. Erlwein ergaben, dass Ozon auch zur Veredlung des Kaffees, z. B. durch Unschädlichmachen der übelriechenden Bohnen, sowie zur Verbesserung von inländischem Tabak dienen könne. Die chemischen Vorgänge bei diesen Einwirkungen lassen sich zur Zeit noch nicht übersehen. Von vorläufig mehr theoretischem Interesse ist die Darstellung von Salpetersäure aus Luft mittels Ozons. Spuren der Säure hatte man seit langem erzeugt, doch hat man jetzt ein auf der Wirkung der Ozonröhre beruhendes Verfahren gefunden, nach welchem die Verbindung von N und O viel leichter und in technisch brauchbarer Weise erfolgt; es wurde der Versammlung ein salpetersaures Salz vorgelegt, zu welchem die Säure aus Luft gewonnen war. — Von Anwendungen, die in die Technik bereits eingeführt sind oder deren Einführung in die Technik gesichert ist, seien noch die folgenden erwähnt. Mit Erfolg wird das Ozon benutzt, um Holz, namentlich Resonanzholz, zu altern. Letzteres wird auf 12 bis 14 Stunden in einen abgeschlossenen erwärmten Raum gebracht, durch welchen man ozonisierte Luft leitet. Hierdurch wird das Holz gleichsam gehärtet, d. h. widerstandsfähiger gegen Temperatureinwirkungen und resonanzfähiger gemacht. Die Wirkung beruht vermutlich auf einer chemischen Veränderung der im Holz enthaltenen Harze. Die Eindickung des Leinöls zum Zweck der Linoleumfabrikation, ein monatelang dauernder Prozess, kann mittels Ozons auf wenige Tage abgekürzt werden. Eine wichtige Verwendung hat das Ozon ferner zum Bleichen von Leinen gefunden. Hier ist von der genannten Firma durch jahrelang fortgesetzte Versuche ein Verfahren ausgebildet worden, welches beispielsweise dazu geführt hat, dass eine leistungsfähige Bleicherei Schlesiens die Rasenbleiche abgeschafft und die im Hause vorzunehmende Ozonbleiche eingeführt hat. Die zum Bleichen erforderliche Zeit ist etwa nur ein Drittel der früheren; der Hauptvorteil liegt aber darin, dass man nicht mehr von Jahreszeit und Wetter abhängig ist und ohne Wiesen auskommt. Die technisch wichtigste Anwendung des Ozons ist schliesslich die zur Herstellung reiner Stärkederivate, z. B. löslicher Stärke, Dextrin, Krystallgummi; die Anwendung des Ozons bezweckt hier hauptsächlich die Entfernung aller der Stoffe, welche dunkle Farbe, schlechten Geruch und Geschmack verursachen. Eine Fabrik zur Herstellung der genannten Produkte nach dem Siemensschen Verfahren ist in der Errichtung begriffen. (*Elektrotechn. Ztschr. XV 566, 1894.*) *O.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Roscoe-Schorlemmers Lehrbuch der anorganischen Chemie. Von Henry E. Roscoe und Alexander Classen. Bd. I. Dritte gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1895. 528 S. M. 15,—.

Die 1. Abteilung S. 1—528 des in neuer Auflage erscheinenden bekannten vortrefflichen Lehrbuchs umfasst den allgemeinen Abschnitt (Gastheorie u. s. w.), dann den Wasserstoff, die Halogene, die Sauerstoffgruppe und Stickstoffgruppe bis zum Phosphor.

Da bei dem immer mehr anwachsenden Umfang der Fachlitteratur ein Verfolgen der Thatsachen in allen Richtungen nicht mehr möglich ist, sind als Ersatz für die Originalarbeiten Lehrbücher entstanden, welche einen zusammenhängenden Überblick gestatten und namentlich auch für die Lehrer an höheren Schulen erwünscht sind. Zu diesen gehört das vorliegende vielbenutzte Lehrbuch. Es ist nur wünschenswert, dass das Erscheinen des ganzen Werkes möglichst schnell erfolgt, so dass der Stoff bis zum Jahre 1895 abgeschlossen wird. *Schw.*

Einführung in das Studium der qualitativen chemischen Analyse. Von Carl Friedheim, Dr. phil., Privatdozent an der Universität Berlin. Berlin bei Carl Habel, 1894. XIX u. 347 S.

Jeder, der den üblichen Studiengang der jungen Chemiker selbst durchgemacht hat, wird durchaus der Klage des Verfassers zustimmen, dass für die grosse Mehrzahl derselben das einzige Ziel das sogenannte „organische Arbeiten“ ist, und dass daneben die Vorbildung in der anorganischen Chemie arg vernachlässigt zu werden pflegt. Sicherlich aber ist eine zu frühzeitige Spezialisierung nicht nur aus Rücksichten der wissenschaftlichen Gründlichkeit, sondern auch mit Bezug auf die Anforderungen der Technik beklagenswert. Vorliegendes Buch ist nun bestimmt, die Studierenden in die qualitative Analyse und damit überhaupt in die anorganische Chemie einzuführen. Es weicht durchaus ab von den üblichen „Tabellen“ oder „Anleitungen“, die in der Laboratoriumspraxis meist so wenig wirkliches Interesse erregen, weil sie die blossen Thatsachen ohne inneren Zusammenhang darstellen. Hier werden diese vielmehr ausnahmslos erklärt, und zwar unter steter Verwendung von chemischen Gleichungen sowie von Strukturformeln, welche letztere sonst in der anorganischen Chemie trotz ihrer grossen theoretischen Wichtigkeit gewöhnlich vernachlässigt werden. Der Gang ist der naturgemässe. Nach den einleitenden Abschnitten allgemeineren Inhalts werden zuerst die Metalle in den üblichen Gruppen behandelt; hierauf folgen die Nichtmetalle oder vielmehr die für die Analyse wichtigsten Verbindungen derselben, nämlich die Säuren (aus neutraler Lösung durch Baryumchlorid fällbare Säuren — aus saurer Lösung durch Silbernitrat fällbare Säuren — weder durch Baryumchlorid noch durch Silbernitrat fällbare Säuren). An diesen mehr als zwei Drittel des Buches einnehmenden theoretischen Teil schliessen sich Anwendungen, welche das praktische Verfahren der Analyse lehren, sowie zwei Anhänge, von denen besonders der erstere wichtig ist, welcher die Reaktionen der vorher ausgelassenen selteneren Elemente, darunter auch einiger äusserst seltenen wie des Galliums und Germaniums, enthält.

Selbst die strengste Kritik wird an dem Buche nur Kleinigkeiten auszusetzen finden. Einige Druckfehler sind in den Berichtigungen nicht genannt, so steht sinnentstellend S. XVIII Z. 20 statt „Säuren“ „Metalle“ und S. 59 Z. 13 statt „Ferrioxydhydrat“ „Ferrooxydhydrat“. Ferner entspricht die Bezeichnung der Verbindungen Fe_2Cl_4O und $Fe_2(SO_4)_2O$ als basische Ferrisalze nicht scharf der gleichzeitig gegebenen Definition für derartige Verbindungen (S. 59), jene beiden wären wohl besser als Oxychlorid und Oxysulfat aufzufassen. Ähnliches liesse sich auch über die Benennung einiger Quecksilberverbindungen (S. 118) sagen. Ebenso dürfte wohl die häufig für „Hydroxyd“ gewählte Bezeichnung „Oxydhydrat“ in späteren Auflagen, weil einer veralteten Anschauung entsprechend, lieber ganz weggelassen werden.

Im übrigen ist das Buch nicht nur von hervorragender Klarheit, sondern auch von ausgezeichneter Gründlichkeit. und es steht in allen Punkten auf der Höhe der Wissenschaft. Dementsprechend findet man in ihm über schwierigere Verbindungen, wie basische und Sulfosalze, Doppelverbindungen u. s. w. bessere Auskunft als selbst in vielen grösseren Lehrbüchern der anorganischen Chemie. Kurz das Werk, welches ja zunächst für den Unterricht an Hochschulen bestimmt ist, kann einem jeden, der tiefer in das Verständnis der Chemie eindringen will, insbesondere auch unseren Fachgenossen, dringend empfohlen werden. Bemerkt sei noch, dass das eine wirkliche Lücke in der Litteratur ausfüllende Buch zwar als eine Neubearbeitung des seiner Zeit sehr bekannten Rammelsbergschen „Leitfadens der qual. chem. Analyse“ auftritt, dass aber das Unterscheidende und Charakteristische desselben das alleinige Verdienst der vorliegenden Umgestaltung ist. *J. Schiff.*

Elemente der theoretischen Physik. Von Dr. C. Christiansen, Professor der Physik an der Universität Kopenhagen. Deutsch herausgegeben von Dr. Joh. Müller. Mit einem Vorwort von Professor Dr. E. Wiedemann. Mit 143 Figuren im Text. Leipzig, J. A. Barth (A. Meiner), 1894. VIII u. 458 S. M. 10,—.

Das Buch entwickelt auf beschränktem Raume die wichtigsten Lehren der theoretischen Physik soweit, dass nach der Durcharbeitung der Student Originalarbeiten, die nicht allzu eingehende Fragen betreffen, verstehen kann. Es ergänzt die einleitenden Vorlesungen über dieses Gebiet, für welche Herr E. Wiedemann auf der Wiesbadener Versammlung (vgl. d. Zeitschr. *VIII 54*) so warm eingetreten ist. Das Buch ist sehr geschickt abgefasst und giebt einen vortrefflichen Überblick über die theoretische Physik. Von wissenschaftlichem Standpunkt aus kann es nur gelobt werden; aber vom unterrichtlichen Gesichtspunkte aus wären bei etwaiger Neuauflage einige Änderungen zu wünschen. Das Werk bietet noch zu vielerlei und geht an einigen Stellen nicht weit genug in die Tiefe der Fragen hinein, so dass gerade die gründlichsten unter den noch ungeübten Lesern zuweilen auf bedenkliche Hindernisse stossen dürften. Bei den Litteraturangaben wäre für weitergehende Studien in den einzelnen Gebieten nur auf ganz wenige, aber sorgfältig ausgewählte, ausführliche Darstellungen hinzuweisen und dem Leser vor allen Dingen das Studium einiger kleinerer, ebenfalls sorgfältig ausgewählter, klassischer Originalarbeiten, zu deren selbstständiger und gründlicher Durcharbeitung seine Kräfte und seine Zeit ausreichen, dringend zu empfehlen. Der unterrichtliche Wert des Buches könnte weiterhin noch erhöht werden durch Einfügung zweckmässiger Aufgaben, die einerseits das Dargebotene befestigen, andererseits den Studenten zu selbstständigen Arbeiten anleiten. *Hahn-Machenheimer.*

Bechholds Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin. Bearbeitet von A. Velde, Dr. W. Schauf, Dr. G. Pulvermacher, Dr. V. Löwenthal, Dr. L. Mehler, Dr. C. Eckstein, Dr. J. Bechhold und G. Arends. 1127 S. H. Bechhold, Frankfurt a. M. M. 14,40, geb. M. 16,— oder M. 16,50.

Das Werk bietet ein bequemes Mittel, sich rasch über Namen und Begriffe auf dem weit verzweigten Gebiete der Naturwissenschaften und der Medizin zu orientieren. Naturgemäss fällt der Physik nur ein kleiner Teil dieses Gebietes zu und das hier Dargebotene dürfte auch nur für ein ganz populäres und an der Oberfläche bleibendes Bedürfnis genügen, zumal selbst wichtige Constanten (wie die Fallbeschleunigung und die Länge des Sekundenpendels) fehlen. Man wird auch über schwierigere Begriffe keine zureichende Aufklärung erwarten dürfen (Potential und Energie sind übereinstimmend definiert, Trägheitsmoment wird als Bewegungsenergie einer in Drehung befindlichen Masse erklärt). In Bezug auf Objekte und Thatsachen dagegen wird das Buch in den vorher bezeichneten Grenzen zumeist zureichende Aufklärung gewähren; auch muss seine Reichhaltigkeit in Hinsicht auf Chemie, beschreibende Naturwissenschaften und Medizin hervorgehoben werden. *P.*

Lehrbuch der Experimentalphysik. Von Adolph Wüllner. I. Band: Allgemeine Physik und Akustik. Fünfte vielfach umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 321 in den Text gedruckten Abbildungen und Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1895. X u. 1000 S. M. 12.—.

Die neue Auflage des bewährten Lehrbuches ist im Charakter den früheren gleich geblieben. Das Hauptgewicht liegt auf den Experimentaluntersuchungen, über die ausführlich und im engen Anschluss an die Originalarbeiten berichtet ist. Auch die theoretische Seite ist gebührend berücksichtigt, soweit der Zusammenhang mit den experimentellen Teilen es erfordert. Von neueren Theorieen hat namentlich die Theorie des osmotischen Druckes und der Diffusion nach den Arbeiten von van't Hoff, Arrhenius, Nernst und Riecke eine ausführliche Darstellung gefunden; Boltzmanns Theorie der inneren Reibung bei festen Körpern ist besprochen, die Meyersche Theorie der Gasdiffusion ist durch die Stefansche ersetzt. *P.*

Fragmente. Neue Folge. Von John Tyndall. Übersetzt von Anna v. Helmholtz und Estelle du Bois-Reymond. 566 S. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1895. M. 8,—.

Der mit einem Porträt des Verfassers geschmückte Band enthält neben einigen populären Darstellungen (über Atome, Molekeln und Ätherwellen, der Regenbogen und verwandte Erscheinungen, vom gewöhnlichen Wasser) mehrere bemerkenswerte biographische Skizzen, von denen die des Grafen Rumford besonders interessante Einzelheiten enthält. Dem Leben und Forschen von Thomas Young ist ein grösserer Aufsatz gewidmet, ein kürzerer dem Leben und Wirken von Louis Pasteur. Von hohem allgemeinen Interesse sind die persönlichen Erinnerungen an Carlyle. Über Goethes Farbenlehre handelt ein in der Royal Institution gehaltener Vortrag, der indessen nach Helmholtzens Darstellung des Gegenstandes nichts neues mehr beibringt und

nur als ein Versuch der Würdigung Goethes in den naturwissenschaftlichen Kreisen Englands von Wert ist. Zutreffend sagt der Verfasser von Newton, seine Farbenlehre sei weniger eine Theorie als eine direkte Darlegung von Thatsachen, Goethe dagegen habe versucht, Methoden einzuführen, die der Physik und der Behandlung rein physikalischer Aufgaben völlig fremd seien. Es fehlt der Hinweis, dass Goethe im Gegensatz zu Newton auf die subjektive Seite der Farbenerscheinung das grössere Gewicht legte und dass er auf diesem Gebiet unbestreitbare Verdienste hat. Man findet in dem Bande endlich einen Vortrag über die englische Sonntagsheiligung und lesenswerte Aufzeichnungen des auch als Alpenforscher verdienten Verfassers. *P.*

Einführung in die Elektricitätslehre. Vorträge von Bruno Kolbe, Oberlehrer an der St. Annenschule in St. Petersburg. II. Dynamische Elektricität. Mit 75 in den Text gedruckten Holzschnitten. VIII und 187 S. Berlin Julius Springer und München R. Oldenbourg, 1895. M. 3,00.

Dieser Teil schliesst sich dem ersten 1893 erschienenen (d. Zeitschr. *VI 104*) ebenbürtig an. Die frühzeitige Einführung des Potentialbegriffes in Teil I ermöglicht einen engen Anschluss des Galvanismus an die Lehren der statischen Elektricität, der von dem Verfasser auch dadurch zum Ausdruck gebracht wird, dass er die ersten Versuche über Stromgefälle im Leiter und über die Abhängigkeit des Leitungsvermögens vom Querschnitt mit Hilfe der Influenz-Elektrisiermaschine ausführt. Bei den weiteren wesentlich messenden Versuchen dient neben dem geaichten Elektrometer namentlich die Sinustangentenbussole (d. Zeitschr. *VI 28*) und das vom Verfasser modifizierte Ampèresche Universalgestell (d. Zeitschr. *VIII 155*). Von anderen in dieser Zeitschrift beschriebenen Apparaten hat der Mühlenbeinsche für die Wechselwirkung zwischen beweglichen Stromleitern, der Szymanskische zur Demonstration der Gesetze der Induktionsströme, die Hempelsche astatische Nadel, das Telephonmodell nach Bosshard Verwendung gefunden. Nach dem Beifall, den der I. Teil geerntet, bedarf dieser II. kaum noch besonderer Empfehlung; er wird wie jener zur Vervollkommung und Vertiefung des physikalischen Unterrichtes beitragen. Als bemerkenswert sei noch hervorgehoben, dass nach einer von O. Chwolson herrührenden Notiz die Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom schon 1804 von Romaguesi in Trient beobachtet worden ist, und dass der erste brauchbare elektromagnetische Telegraph von Schilling v. Cannstadt 1832 oder zu Anfang 1833 construiert worden ist, wie schon Munke in Gehlers Wörterbuch und neuerdings Zetzsche und Netoliczka anerkannt haben. Als Erfinder der Glühlampe (vgl. d. Zeitschr. *VI 262*) ist Heinrich Göbel genannt. *P.*

K. Koppe's Anfangsgründe der Physik mit Einschluss der Chemie und mathematischen Geographie. 20. Auflage. Ausgabe B in zwei Lehrgängen, für höhere Lehranstalten nach den preussischen Lehrplänen von 1892 bearbeitet von Dr. A. Husmann. Essen, G. D. Baedeker, 1894. I. Teil: Vorbereitender Lehrgang. Mit 173 in den Text eingedruckten Holzschnitten. IX u. 205 S. geb. M. 2,20. — II. Teil: Hauptlehrgang. Mit 238 Holzschnitten. VIII u. 309 S.

Die Lehrpläne von 1892 haben auch für dies altbewährte Lehrbuch, dessen 17. Auflage erst von H. Koppe einer eingreifenden Umarbeitung (vgl. d. Zeitschr. *VI 48*) unterzogen worden war, eine Neubearbeitung unter Teilung in zwei Kurse nötig gemacht. Der Herausgeber bekennt, sich bei der Verteilung des Stoffes an die Grundsätze gehalten zu haben, die von Poske und Böttger in der Rethwischschen Ausstellungsschrift (d. Zeitschr. *VII 205*) ausgesprochen worden sind. Der Stoff des I. Lehrganges erscheint demgegenüber, wie der Herausgeber selbst zugiebt, immer noch zu reichlich bemessen, und obwohl die dafür angeführten Gründe nicht ohne einiges Gewicht sind, muss doch auch bei dieser Gelegenheit wieder gegen das Zuviel Verwahrung eingelegt werden. Die Gefahr, der wir entgegensteuern, ja in der wir uns schon jetzt befinden, ist in dem Erlass des österreichischen Ministers von 1892 auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung so scharf gekennzeichnet (vgl. d. Zeitschr. *VI 50*), dass wir uns alles weiteren enthalten können. Aus der Aufnahme allzuvielen fakultativen Stoffes in den Lehrgang des Unterkursus erwächst zudem für die Oberstufe der Nachteil, dass bei den zahlreichen voraussichtlich im Unterkursus nicht erledigten Gegenständen fortwährend auf das Lehrbuch der Unterstufe zurückgegriffen werden muss. Namentlich im Galvanismus hätte noch eine beträchtliche Verminderung eintreten müssen. In anderen Abschnitten, besonders in der Akustik und der Wärmelehre, ist der Stoff mit grösserer Beschränkung ausgewählt, dankenswert ist auch, dass der Herausgeber den Mut gehabt hat, die Fallgesetze aus der Mechanik fortzulassen. Bei den luftförmigen Körpern hätte durch eine andere Anordnung der Paragraphen der methodische Gesichtspunkt mehr zur Geltung gebracht werden können. Der neu eingefügte chemische Abschnitt schliesst sich an die methodischen

Anleitungen von Wilbrand und Levin an, er gruppiert sich zweckmässiger Weise um Luft, Wasser, Schwefel, Eisenvitriol, Kochsalz, Kalk, Holz und Kohle. — Der Lehrgang für die Oberstufe enthält den nach Ausscheidung des I. Teiles übrig gebliebenen Stoff. Hinzugefügt ist ein chemischer Abschnitt, in dem die Elemente gruppenweise besprochen sind, ein Abschnitt über mathematische Geographie, der alles für den Unterricht Nötige darbietet und erst nach den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper die wirklichen behandelt; endlich ein kurzer Schlussabschnitt über Methode und Endergebnisse der Naturforschung. Die sonstigen schon früher anerkannten Vorzüge des Buches sind auch in dieser neuen Gestalt erhalten geblieben.

Inzwischen ist Teil I bereits in der 21. Auflage erschienen, die wieder eine Reihe von Verbesserungen aufweist. Hinzugekommen ist u. a. ein Paragraph über Quellen und Wesen der Wärme und ihre Beziehung zur Arbeit, und eine Ableitung des Bodendrucks, die aber wohl nicht, wie die Vorrede angiebt, von Stevin herrührt. *P.*

Vierstellige logarithmisch-trigonometrische Tafeln nebst einigen physikalischen und astronomischen Tafeln, für den Gebrauch an höheren Schulen zusammengestellt von Dr. C. Rohrbach, Oberlehrer in Gotha. Gotha, E. F. Thienemann, 1893. 32 S. M. 0,60.

Diese bereits vor zwei Jahren erschienenen Tafeln haben die meisten Vorzüge der kürzlich (*VIII 286*) besprochenen Schülkeschen Tafeln mit diesen gemein. Sie unterscheiden sich durch ein um weniges grösseres Format (26,5 : 17,2 gegen 24,2 : 15,1), wodurch in Verbindung mit sehr klaren Lettern ein noch etwas deutlicherer Druck erzielt werden konnte. Die Täfelchen der Proportionalteile sind nicht fortgelassen, auch dürfte entgegen den von Schülke in der *Zeitschr. f. math. u. naturw. Unt. XXVI H. 4* angeführten Gründen doch ihre Beibehaltung von Vorteil sein, da sie die Nebenrechnung erleichtern und deren Controlle ermöglichen. Die Logarithmen der trigonometrischen Funktionen sind von 6′ zu 6′ angegeben, die nebenstehenden Täfelchen gestatten eine sofortige Ablesung bis auf einzelne Minuten. Für 0° bis 8° sind die Logarithmen der Sinus und Tangenten von Minute zu Minute auf zwei Seiten besonders zusammengestellt. Ferner sind natürliche Logarithmen von 1 bis 1000, die Quadrate von 1 bis 1000, siebenstellige Logarithmen der Zinsfaktoren, Werte von $n!$ und 2^n, Funktionen von π, Potenzen von 10, Vielfache von m und $1/m$ angegeben. Für den physikalischen Unterricht wichtig sind antike und neuere Maasse, eine grosse Zahl physikalischer Constanten aus Mechanik, Wärmelehre, Optik, Akustik, Dimensionen der Erde, Daten über das Planetensystem, Sternörter, geographische Positionen, Sonnentafel. Der vielseitig angestrebten Verknüpfung von mathematischem und physikalischem Unterricht wird auch diese Tafel gute Dienste leisten können. *P.*

Rechentafel von Dr. Oskar May, Ingenieur, Frankfurt a. M. Mit Gebrauchsanweisung, 14 erläuternden Figuren und einer Sammlung von Maass- und Gewichts-Einheiten. Leipzig, F. W. v. Biedermann, 1894. Bureau-Ausgabe auf Karton M. 2,—. Taschenausgabe in Leinwandtasche M. 1,50, in Ledertasche M. 3,—.

Sie ist zur Ausführung von Multiplicationen, Divisionen, Potenzierungen und Radizierungen bestimmt und gestattet, wie der Rechenschieber, eine auf drei Stellen genaue Ablesung. Da die Tafel auf der einfachsten Grundlage des graphischen Rechnens beruht, so erlernt man an der Hand der klaren Gebrauchsanweisung, rasch und leicht ihre Benutzung. Die recht billige Tafel hat vor dem Rechenschieber vor allem den Vorzug, dass man sie stets in der Rocktasche bei sich tragen kann. Das Gewirr der drei Gruppen störte mich indessen etwas bei der Benutzung; es fiel mir schwer, die zur Rechnung erforderlichen Linien ohne Anwendung von Papierstreifen nur mit den Augen zu verfolgen. *Hahn-Machenheimer.*

Programm-Abhandlungen.

Die Astronomie und mathematische Geographie an Realschulen. Von Dr. G. Schilling. S. A. Progr. der k. k. Staats-Oberrealschule in Olmütz 1894. 22 S. (Selbstverlag.)

Durch den Erlass des österreichischen Unterrichtsministers vom 24. Mai 1892 (vgl. d. Zeitschr. *V 318*) ist der Astronomie im Unterkursus der Gymnasien eine grössere Berücksichtigung zu Teil geworden. Der Verfasser tritt für eine Neuordnung auch an den Realschulen mit gewichtigen Gründen ein. Nach dem jetzigen Normallehrplan ist der Gegenstand nur in der ersten (untersten) und der siebenten Klasse angesetzt. Der Verfasser fordert, dass die Behandlung auf jener untersten Stufe auf die einfachsten Thatsachen der scheinbaren Himmelsbewegungen beschränkt bleibe, dass dagegen in der vierten Klasse (etwa unserer O III) im physikalischen Unterricht eine Einführung in die eigentlichen astronomischen Grundanschauungen erfolge. Der Raum

dafür würde durch Verschiebung der Akustik nach der dritten Klasse und durch Einschränkung der dort üblichen „allgemeinen und besonderen Eigenschaften“ zu gewinnen sein. [Die Minderwertigkeit einer solchen allgemeinen Einleitung ist auch in dieser Zeitschrift wiederholt betont worden.] Der Verfasser beschreibt dann genauer, wie er die Schüler zur Beobachtung der Himmelsvorgänge anleitet und aus solchen Beobachtungen das Material für den Unterricht entnimmt. Er schliesst sich dabei an den Lehrgang von Mach und Odstrčil an und benutzt auch Karten der Planetenbahnen, die nach den in dieser Zeitschrift [nicht von Plassmann, sondern von M. Koppe] veröffentlichten in vergrössertem Maassstabe hergestellt sind. In der Mechanik wird dann bei der Lehre von der Fliehkraft die Drehung der Erde erschlossen, die Lehre von den Centralbewegungen liefert die genauere Beschreibung der wahren Planetenbewegungen und leitet durch Analogie zu einer ebenso gearteten Bewegung der Erde und zur Erklärung aller mit der scheinbaren Bewegung der Sonne zusammenhängenden Thatsachen hin. [Die „Lehre von den Centralbewegungen“ dürfte doch für diese Stufe zu viel Schwierigkeiten bieten, sie fehlt auch in dem entsprechenden Kursus des Gymnasiallehrplans von 1892; es wird genügen, wenn die Möglichkeit einer heliocentrischen Erklärung der Erscheinungen dargelegt wird, die genaueren Beweise gehören auf die oberste Stufe, wie denn auch der Verfasser selber gegen die Abstraktionen im physikalischen Unterkursus beherzigenswerte Bemerkungen macht.] Damit die so übermittelten Einsichten nicht bis zur erneuten Behandlung in der siebenten Klasse wieder schwinden, empfiehlt der Verfasser Wiederholungen, die bei Gelegenheit geometrischer und trigonometrischer Aufgaben im Mathematikunterricht der fünften und sechsten Klasse anzustellen sein würden. Dieser Vorschlag ist völlig in dem Sinne der neueren auf Verknüpfung des physikalischen und des mathematischen Unterrichtes gerichteten Bestrebungen. Bezüglich der gesamten Ausführungen des Verfassers kann man nur wünschen, dass sie sowohl von seiten der Fachlehrer bei dem jetzigen Unterrichtsbetriebe, als auch von seiten der Behörde bei der voraussichtlichen Neuordnung der Lehrpläne die verdiente Beachtung finden. *P.*

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.

IV. Versammlung zu Göttingen am 4. und 5. Juni 1895.

Die Versammlung wurde in der Aula des Königl. Gymnasiums am 4. Juni durch eine Ansprache des Herrn Gymnasialdirektors Prof. Dr. Viertel (Göttingen) eröffnet. Nachdem noch Herr Prof. Pietzker (Nordhausen) die Versammlung im Namen des Hauptvorstandes begrüsst hatte, nahm Herr Univ.-Prof. F. Klein (Göttingen) das Wort zu seinem Vortrag „Über den mathematischen Unterricht an der Göttinger Universität in besonderem Hinblicke auf die Bedürfnisse der Lehramtskandidaten“, in welchem er im Anschluss an den von der Direktion des Göttinger mathematisch-physikalischen Seminars herausgegebenen Studienplan für die Kandidaten des höheren Schulamts die mathematisch-physikalischen Unterrichtseinrichtungen der Göttinger Universität beschrieb und die Ziele dieses Unterrichts entwickelte.

Der darauf folgende Vortrag des Herrn Oberlehrers Dr. Schotten (Schmalkalden) „Über die Lehre von den Bewegungen der Elementargebilde Punkt, Grade und Kreis unter Benutzung der Begriffe Nachbarpunkt und Abstand“ entwickelte einen Versuch einer Bewegungslehre in elementargeometrischer Form.

Darauf sprach Herr Oberlehrer Dr. Schülke (Osterode i./O.) über die Frage: „Sind vierstellige Logarithmen für Gymnasien zu empfehlen?“ Er widerlegt in demselben die Ansicht, dass die Leistungsfähigkeit vierstelliger Logarithmen zu gering sei, durch eine grosse Anzahl von Beispielen aus der Physik, der Astronomie und der mathematischen Geographie. Aus der Physik, für die der Gebrauch vierstelliger Logarithmen schon von Kohlrausch in seiner „Praktischen Physik“ empfohlen wurde, werden zwei Aufgaben behandelt, die Ausdehnung eines Stabes durch die Wärme und der Unterschied des Schwingungsverhältnisses der temperierten Quinte von der reinen. Für die Behandlung von Aufgaben aus der mathematischen Geographie auf der Schule wird ein Coordinatensystem zu Grunde gelegt, dessen Anfangspunkt O der Schulort, dessen Axen der Parallelkreis und der Meridian von O sind. Dann wird die Lage eines Nachbarortes A durch seinen Abstand AB ($= 10$ km) vom Parallel als Ordinate und die Abscisse OB ($= 8$ km) bestimmt. Wird dann noch der Parallelkreis durch A gelegt, der den Meridian von O in C trifft, so kann man den Längen- und Breitenunterschied von A und O berechnen, ferner den Unterschied der Bogen OB und CA, die Pfeilhöhe des Bogens AB über der Sehne AB,

den Unterschied der Längen dieser beiden Grössen, den Unterschied der Tageslänge der Orte O und A. Um die Abweichung der Erde von der Kugelgestalt zu zeigen, wird aus der geographischen Breite von O die geocentrische berechnet und weiter bestimmt, wie viel man den Fusspunkt eines 1 m langen Lotes nach Norden schieben muss, damit es nach dem Mittelpunkt der Erde zeigt. Alle diese Aufgaben werden für den Fall, dass die geographische Breite von O 50° beträgt, mit vierstelligen Logarithmen berechnet und es zeigt sich, dass der Unterschied von den mit fünfstelligen Tafeln enthaltenen Resultaten durchaus unwesentlich ist, so ergiebt sich z. B. der Unterschied der Bogen- und Sehnenlänge AB zu 10,28 mm, während mit fünfstelligen Tafeln sich 10,281 mm ergiebt. Ausserdem zeigt sich an einigen dieser Beispiele auch die Zweckmässigkeit der Dezimalteilung des Winkels, die der Vortragende in der von ihm bearbeiteten vierstelligen Logarithmentafel eingeführt hat, besonders wenn Funktionen kleiner Winkel benutzt werden, deren Bestimmung ja selbst bei fünfstelligen Tafeln auf Schwierigkeiten stösst, wenn nicht die Hilfsgrössen S und T benutzt werden, was gewiss für Schulen nicht empfehlenswert ist. So ergiebt sich als Pfeilhöhe des Bogens AB mit vierstelligen Tafeln bei Dezimalteilung des Winkels 1,962 m; der genaue Wert ist 1,96347 m, fünfstellige Tafeln geben aber ohne Benutzung der Grösse S, also mit gewöhnlicher Interpolation, 1,7502 m.

Dass die Dezimalteilung des Winkels noch nicht überall eingeführt ist, dafür werden verschiedene Gründe angeführt: die Astronomen halten an der 60-Teilung fest bei Beobachtungen wegen der Einrichtung der Teilkreise ihrer Instrumente und wenn gleichzeitig Zeit- und Winkelmessungen gemacht werden, sonst benutzen auch sie stets die Dezimalteilung, wie die astronomischen Jahrbücher zeigen.

In der Diskussion über diesen Vortrag wurde gegen die Dezimalteilung besonders geltend gemacht, dass die Schule mit einer solchen Neuerung nicht vorangehen dürfe, sie müsse abwarten, bis sie allgemein eingeführt sei. Für den Gebrauch vierstelliger Tafeln auf höheren Lehranstalten aber sprach sich die Versammlung mit überwiegender Mehrheit aus.

In der Sitzung am 4. Juni, Nachmittags 3 Uhr, hielt Herr Direktor Dr. Schwalbe (Berlin) einen Vortrag „Über die Meteorologie auf der Schule", dessen Inhalt ungefähr folgender ist: Das Bestreben, spezielle Wissenschaftsgebiete neu in den Unterricht der höheren Schulen einzuführen, ist alt. Die Unterrichtspläne von 1882 sind diesem Bestreben in manchen Gebieten entgegengekommen und die Pläne von 92 sind darin noch weiter gegangen. Aber abgesehen davon, dass allzu grosse Vielheit der Fächer für den Unterricht gefährlich ist, ist es wohl jetzt kaum möglich, neue Wissenschaftsgebiete als Unterrichtsfächer einzuführen. Aber man kann für sie beim Unterricht in anderen Fächern vielfach Anknüpfungspunkte finden, wie es z. B. die Herren Endemann und Lüddecke auf der vorigen Versammlung darzulegen versucht haben. Hier sollen solche Anknüpfungspunkte für die Meteorologie gesucht werden. Am besten ergeben sie sich in der Physik, wo man entweder einen Überblick über das Gesamtgebiet in der Wärmelehre geben, oder wo man auch die einzelnen Teile da besprechen kann, wohin sie speziell gehören, den Luftdruck und seine Veränderungen z. B. im Anschluss an das Barometer, das Gewitter in der Elektricitätslehre u. s. w. Aber nicht nur die Physik, auch die Geographie bietet solche Anknüpfungspunkte schon in den unteren Klassen, ja sogar in der Geschichte und der Religionswissenschaft findet man sie, und der Lehrer muss diese Anknüpfungspunkte benutzen. Dass das aber geschieht, hängt einmal von seiner Geschicklichkeit, dann auch von seiner Vorbildung ab, und die ist in der Meteorologie sehr verschiedenartig. Die Vorbereitung auf der Universität ist höchst mangelhaft, besondere Kollegien über Meteorologie werden nicht gelesen und in der Experimentalphysik wird nichts davon gebracht. Der Student, der Interesse dafür hat, ist also auf die populäre Litteratur angewiesen, da die Fachlitteratur schwer zugänglich ist. Unsere Schullehrbücher der Physik bringen meist wenig oder nichts über Meteorologie, nur einige (z. B. Jochmann) haben besondere Abschnitte. Etwas besser ist es durch die Ferienkurse geworden. Dass der Lehrer zur Meteorologie eine aktive Stellung einnimmt, ist nicht grade häufig, denn es erfordert viel Arbeit, die Beobachtungsresultate zu verarbeiten. Immerhin finden sich neuerdings z. B. in Österreich Programmarbeiten, die dies thun, und es wäre wünschenswert, wenn namentlich in kleinen Städten die Lehrer der Meteorologie als Wissenschaft Geschmack abgewinnen könnten.

Um meteorologische Beobachtungen zu machen, braucht man nur eine kleine Zahl von Apparaten. Thermometer und Barometer sind immer vorhanden, Hygroskop und Psychrometer verursachen keine grossen Kosten, denn es kommt nicht darauf an, dass mit ihnen in der Schule wissenschaftliche Beobachtungen gemacht werden, sondern dass nur Anleitung zum Beobachten mit ihnen gegeben wird. Tafeln, z. B. Isothermentafeln, giebt es, vermisst werden nur noch

Wetterkarten in grossem Maassstab; es müssten z. B. typische Wetterkarten in der Form von Schulwandkarten hergestellt werden.

Was die Methode anbetrifft, so muss man ausgehen vom Experiment und von der Beobachtung durch die Schüler. Die Anwendung des Experimentes ist beschränkt (Blitz, Luftströmungen, Nebelbildung u. s. w.), für die Beobachtungen ist aber das Interesse der Schüler sehr gross, wenn man concrete Beispiele nimmt, bei denen der Schüler seine Beobachtungen prüfen kann, z. B. den Temperaturverlauf eines Tages, den Vorübergang eines Minimums, Beobachtung des Verlaufs und der Zahl der Gewitter. Oder es werden die Schüler angehalten, Beobachtungen zu bestimmten Terminen zu machen, die dann graphisch dargestellt werden. Das ist eine ausgezeichnete Vorbereitung für den Gebrauch der graphischen Darstellung und der Coordinaten überhaupt, hat aber auch noch einen ethischen Wert, da die Menschen ja im allgemeinen schwer daran zu gewöhnen sind, etwas regelmässig zu thun. Grossen Wert hat diese Anleitung der Schüler zu eigener Beobachtung auch für die Widerlegung des wissenschaftlichen Aberglaubens, der ja in der Meteorologie wie kaum in einer anderen Wissenschaft, die Medizin ausgenommen, wuchert. Der Schüler lernt bald, dass alle Wettervoraussagungen auf grössere Zeiträume unmöglich sind, dass also z. B. der Falbsche Kalender denselben Wert hat wie der hundertjährige. Dagegen lässt sich der Wert der wissenschaftlichen meteorologischen Beobachtung dem Schüler an der Hand der Wetterkarten durch die Theorie der Cyklone leicht verständlich machen (Sturmwarnungen), und die Schule hat die Pflicht dies zu thun. Wie das aber im einzelnen durchzuführen ist, wird nur kurz skizziert. Dabei wird hervorgehoben, dass man auf zusammenhängende Reproduktion durch die Schüler nicht rechnen darf, nur über die meteorologischen Verhältnisse ihrer Heimat müssen sie Auskunft geben können. Auch muss man sich hüten besonders neues oder Gesetze, die nur aus wenigen Beobachtungen gefolgert sind, in den Unterricht einzuführen.

Zum Schluss verwahrt sich der Vortragende noch dagegen, dass der Unterricht in der Meteorologie den Hauptunterricht zurückdrängen solle. Die Beobachtungen sollen nur dann gemacht werden, wenn die Zeit und das Schülermaterial es gestatten. Der Hauptunterricht aber muss systematisch bestehen bleiben. Wenn ein solcher Unterricht aber möglich ist, so wird er den Schülern eine Menge von Anregungen geben, die auch im späteren Leben noch fortwirken werden.

In der Diskussion wird dem Vortragenden die volle Zustimmung der Versammlung ausgesprochen und noch auf einige Punkte des Vortrags näher eingegangen, z. B. die Berücksichtigung der klimatologischen Verhältnisse im geographischen Unterricht, die Anleitung zur Beobachtung des Temperaturganges schon in den unteren Klassen.

Es folgte dann ein Vortrag des Herrn Prof. M. Möller (Braunschweig): „Zur Einführung in die physikalischen Bewegungsvorgänge.“ Nachdem von demselben darauf hingewiesen ist, wie sehr die erfolgreiche Anwendung der Physik in der Technik durch eine klare Vorstellung von den räumlichen Bewegungsvorgängen erleichtert wird, welche den Wirkungen der Naturkräfte zu Grunde liegen, wie da vor allem die Wirbel- und die Wellenbewegungen von der umfassendsten Bedeutung sind, wird betont, dass die Schule bis jetzt diesen Bewegungsvorgängen eine ihrer Bedeutung entsprechende Berücksichtigung nicht habe angedeihen lassen. An eine erfolgreiche Nutzanwendung der neueren Erkenntnisse über diese Bewegungsvorgänge sei deshalb nicht zu denken, obgleich diese im Grunde einfacher Natur seien, und nur deshalb schwer begreiflich erscheinen, weil man sich mit den elementarsten Erscheinungen nicht beschäftigt habe und deshalb plötzlich vor zu schwere Aufgaben gestellt werde. Der Schüler müsse die Vielgestaltigkeit der Wirbel sehen, wie sie ihre Spitze bald hierher bald dorthin kehren, wie steigende und fallende Ströme im Wirbel entstehen, je nachdem eine Verzögerung des Wirbels durch rauhe Flächen entsteht; es müsse im Unterricht gezeigt werden, wie stehende Wellen auf die Umwandungen des Raumes Druckkräfte zu äussern fähig sind, dass aber nur die fortschreitende Welle Träger eines Energiestromes in die Ferne sein kann. Es müsse ferner gezeigt werden, wie in Folge des Druckes in Richtung der Schwingung die in einem elastischen Medium erzeugte Wellenbewegung eine Ausdehnung desselben erstrebt und Arbeitsfähigkeit besitzt, beruhen doch darauf die Fernwirkungen z. B. der Elektricität. Die Fähigkeit der Wellen, in elastischen Mitteln Druckwirkungen in Richtung der Schwingungen ausüben zu können, beruhe darauf[1]), dass der Druck in den Wellenbergen höher ansteigt, als er in den Thälern unter den Anfangswert sinkt.

[1]) Man vgl. „*Das räumliche Wirken und Wesen der Elektricität und des Magnetismus*“ *von M. Möller. Verlag von Manz & Lange, Hannover.*

Eine weitere interessante Eigenschaft der Wellen sei die, bei der Ausbreitung von einem Centrum aus in der Umgebung des Centrums den statischen Druck durch Saugwirkungen zu verkleinern, so dass um jedes elektrisch erregte Centrum herum, z. B. um jeden Stromleiter, Räume verminderten Ätherdruckes entstehen. Die Schule habe also die Aufgabe, an einfachen Beispielen und passenden Experimenten die Bedeutung der Bewegungsvorgänge so zu erläutern, wie dies der neueren Richtung physikalischer Forschung und den Bedürfnissen der Technik entspricht; dann werde dadurch der Sinn für das Wesen der Naturvorgänge gehoben und das Verständnis für dieselben auf die Dauer des ganzen ferneren Studiums erleichtert.

Nach einer Pause, die benutzt wurde, um die naturwissenschaftliche Sammlung des Gymnasiums und einige Ausstellungen von Lehrmitteln zu besehen, berichtete Herr Direktor Dr. Schwalbe (Berlin): „Über Mustersammlungen physikalischer Apparate für höhere Schulen.“ Schon auf der vorigen Versammlung ist dafür eine Kommission gewählt. In Österreich hat eine spezielle Kommission einen Katalog aufgestellt und Mechaniker gewonnen, um die Apparate direkt nach den Angaben anzufertigen. Endlich hat der Brandenburgische Lehrerverein sich mit der Frage beschäftigt. Hier sollen nur einige allgemeine Gesichtspunkte gegeben werden. Schwierigkeiten erwachsen einer Aufstellung einer Normalsammlung physikalischer Instrumente für höhere Schulen zunächst aus der grossen Verschiedenheit der Etats, die meist zu niedrig sind, und den vielfach ungenügenden Räumen für die Sammlungen an den einzelnen Anstalten. Dass diesen Übelständen abgeholfen wird, ist also der erste Wunsch. Der zweite ist, dass der Etat für die physikalische Sammlung getrennt von den anderen gehalten wird, der dritte, dass auch Verbrauchsgegenstände, die die Schüler bei praktischen Arbeiten verwenden, von ihm getrennt werden. Andere Schwierigkeiten sind, dass man sich über eine Sammlung von Apparaten, die für alle Schulen passt, kaum wird einigen können, sowohl wegen der Individualität der Lehrer als auch wegen der verschieden weit gehenden Lehrziele. So viel kann man sagen, dass Messapparate von grosser Genauigkeit auszuschliessen sind, dass man aber im übrigen Parallelapparate wird aufstellen müssen. Eine günstige Gelegenheit, hier weiter zu kommen, bietet die Berliner Gewerbe-Ausstellung im nächsten Jahre, wo eine Ausstellung von Mustersammlungen für verschiedene Schulen und auch eine Ausstellung historischer Apparate veranstaltet werden soll. Der Vortragende bittet die Versammlung, eine Kommission zu wählen, deren Vorschläge für eine Mustersammlung dann gedruckt den Mitgliedern zugestellt werden, um auf der nächsten Versammlung beraten werden zu können. Bei diesen Vorschlägen wird man am besten zuerst die allgemeinen Apparate (Zimmerverdunkelung, Gas- und Wasserleitung, elektrischen Anschluss) berücksichtigen, dann die physikalischen Apparate nach dem Stoff. Dann wird die Frage zu erledigen sein, welche Apparate für die Unterstufe, welche für die Oberstufe bestimmt sind; eine Frage, die grosse Schwierigkeiten machen wird, da eine Einigung darüber, welcher Stoff in die Unterstufe gehört, noch nicht erzielt ist. Die Kommission müsste ein Mitglied aus jeder Provinz enthalten, das Erhebungen über den augenblicklichen Stand der Frage an den einzelnen Schulen veranstaltet.

Nach einer kurzen Diskussion wählt die Versammlung dem Vorschlage des Vortragenden entsprechend eine Commission von fünf Mitgliedern (Prof. Adolph-Elberfeld, Prof. J. Lange-Berlin, Prof. Pietzker-Nordhausen, Dr. Schotten-Schmalkalden, Dr. Götting-Göttingen), mit der Ermächtigung andere Mitglieder heranzuziehen und auch die Mitwirkung der Provinzialvereine zu gewinnen.

In der zweiten allgemeinen Sitzung am 5. Juni hielt Herr Geheimrat Prof. Dr. Baumann (Göttingen) einen Vortrag „Über die Bedeutung der Naturwissenschaften für eine wissenschaftliche Lebensauffassung“. Es folgten geschäftliche Angelegenheiten, darunter ein Vorschlag des Herrn Univ.-Prof. F. Klein, auf die Tagesordnung der nächsten Versammlung die Frage des technischen Unterrichts zu setzen, soweit diese mit den Tendenzen des Vereins zusammenhänge, also z. B. die Rückwirkung auf den Schulunterricht, Ausbildung der Kandidaten etc. Seinem Antrage gemäss wird für diese Frage ein Referent und ein Korreferent gewählt, und zwar Herr Direktor Holzmüller (Hagen i. W.) und Herr Direktor Schwalbe (Berlin). Als Ort für die nächste Versammlung wird Elberfeld festgesetzt. An Stelle der ausscheidenden Vorstandsmitglieder werden Direktor Hamdorff (Guben), Oberl. Dr. Schotten (Schmalkalden) und Oberl. Presler (Hannover) gewählt. Dann wird der Antrag des Vorstandes, die im Verlage von O. Salle, Braunschweig, erscheinenden „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaft“, herausgegeben von Direktor Schwalbe und Prof. Pietzker, zum Vereinsorgan zu wählen, angenommen. In dieser Zeitschrift werden auch die oben angegebenen Vorträge ausführlich veröffentlicht.

Nachmittags 3 Uhr fand noch eine Besichtigung der Universitätsinstitute statt und der folgende Tag vereinigte noch eine Zahl der Versammlungsteilnehmer zu einer Fahrt in die Umgebung Göttingens.

Dr. E. Götting, Göttingen.

Mitteilungen aus Werkstätten.

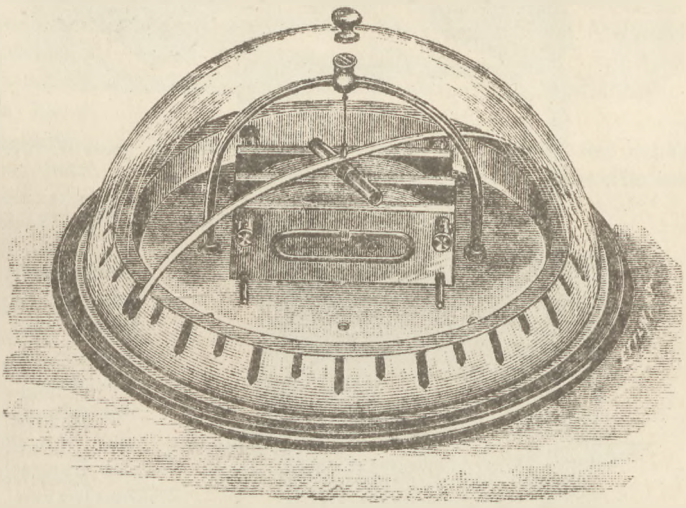
Elektrische Messinstrumente für Schulzwecke.

Von Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M.

Die Construktion der vorliegenden Collektion billiger elektrischer Messinstrumente ist angeregt worden durch vielfache Nachfrage bezügl. möglichst einfachen aber nach präzisionsmechanischen Grundsätzen ausgeführter Apparate zur experimentellen Erklärung des Ohmschen Gesetzes, wodurch frühzeitig das Verständnis für die elektrischen Maasse geweckt wird, deren Kenntnis bei der zunehmenden Nutzbarmachung elektrischer Energie für so manche Bedürfnisse im praktischen Leben vorteilhaft ist. Sämtliche Instrumente sind einheitlich construiert und so angeordnet, dass jeder wirksame Teil selbst aus grösserer Entfernung wahrnehmbar ist, insbesondere aber die Skalen deutlich ablesbar sind. Dabei gestatten die Instrumente, Messungen mit verhältnismässig grosser Genauigkeit vorzunehmen, so dass sie auch dem Lehrer zu eigenen Arbeiten dienlich sein können, zu welchem Zweck einige der Apparate mit besonderen feineren Skalen versehen sind. Die Holzteile sind aus matt poliertem Mahagoni hergestellt, die Metallteile einfach in der Form, aber sauber ausgeführt. Auf Fussschrauben ist verzichtet worden; die Apparate funktionieren auf halbwegs ebenen Tischen ohne weiteres; im übrigen werden flache Holzkeile beigegeben, um nach Quincke die Horizontierung vornehmen zu können. — Die Mehrzahl dieser Instrumente ist unter Gebrauchs-Musterschutz gestellt.

1. Schulgalvanometer. (No. 580.)

Das Schulgalvanometer ist so construiert, dass es zerlegt und vor den Augen der Schüler unter Erklärung der einzelnen Teile etwa in folgender Weise aufgebaut werden kann: Man schiebe den einen Magnet in die untere Hülse des Gehänges: Kompass bezw. Magnetometer. Man stelle die eine Spule parallel gegen den Magnet: einfaches Galvanometer. Ebenso stelle man die andere Spule, beide Windungen hintereinander oder parallel geschaltet, event. verschiebe man die beiden Spulen symmetrisch zum Magnet: Variation der Empfindlichkeit. Man setze die Kupferhülse in den Hohlraum der Spulen: Gedämpfte Schwingungen. Man schalte die Windungen der beiden Spulen gegeneinander: Differential-Galvanometer. Man schiebe den anderen Magnet in die obere Hülse: astatisches Galvanometer.



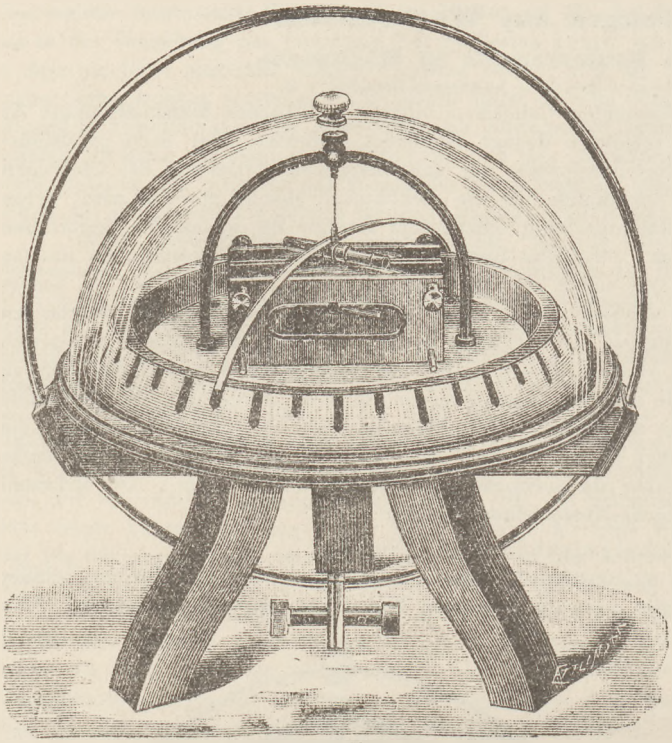
No. 580. 1/4 n. Gr.

Die Magnete sind einerseits im Interesse der Verringerung des Trägheitsmoments, und andererseits um sie möglichst gross und deutlich sichtbar zu machen, aus dünnwandigem Stahlrohr hergestellt. Der Zeiger ist gegen den Magneten drehbar, so dass dessen Spitze stets gegen die Schüler gerichtet werden kann, nachdem die Windungen der Spulen parallel zur Polachse des Magnets bezw. in den magnetischen Meridian gebracht worden sind.

Das Galvanometer hat eine von 10 zu 10° geteilte Skale für die Schüler, und eine zweite Skale, letztere in einzelne Grade geteilt, für den Lehrer; die Empfindlichkeit mit einem Magnet, also ohne Astasierung, bei hintereinandergeschalteten Windungen ist 1° Ausschlag = 0,00004 Amp. Preis M. 75,—.

Hierzu ein Tangenten-Bussolenring (vergl. No. 580a auf folg. S.) aus Kupfer, auf einem Dreifuss von Holz montiert, auf dessen runde Tischplatte die Grundplatte des Galvanometers zentrisch drehbar passt. Preis M. 30,—.

In der Zusammenstellung als Tangenten-Bussole eignet sich das Instrument zur Messung von Stromstärken bis 15 Amp. (10 Amp. = 60° Ausschlag). Um dem Lehrer zu ermöglichen, auch genauere Messungen zu machen, wird der grosse Zeiger gegen einen anderen speziell zur Ablesung der feineren Skale vertauscht.



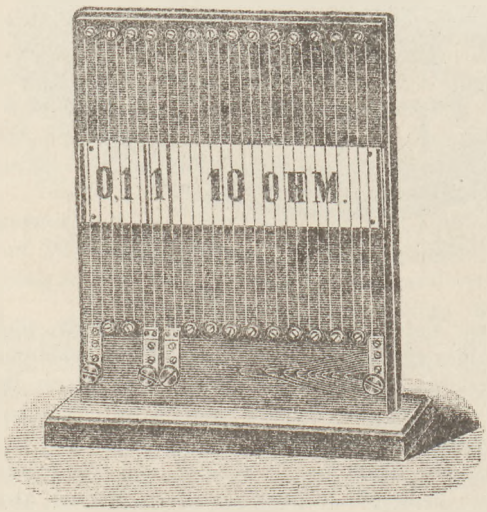
No. 580 a. 1/4 n. Gr.

2. Messdraht für eine Widerstandsbrücke. (No. 581.)

Ein Messdraht aus Constantan von 1 m Länge ist über einen in Millimeter geteilten Maassstab zwischen zwei Doppelklemmen gespannt. Die den Schülern zugewendete Seite des Holzsockels ist in breiten schwarzen Linien auf weissem Grunde, daher auf grössere Entfernung sichtbar, von 5 zu 5 cm, die mittleren 4 Decimeter in einzelne Centimeter geteilt. Messbereich in Verbindung mit dem vorstehenden Galvanometer und den nachfolgenden Vergleichswiderständen 0,01 bis 100 Ohm. Preis M. 30,—.

Je eine Klemme am linken und rechten Ende des Messdrahts verbinde man mit den beiden Polen einer Stromquelle (1—3 Elemente); an die beiden anderen Klemmen lege man je ein Ende des Vergleichswiderstands und des zu messenden Widerstands, deren beide andere Enden mit einander zu verbinden sind. Zwischen diese Verbindungsstelle und die Klemme des Schleifkontakts schalte man das Galvanometer.

3. Vergleichswiderstände für Schulzwecke. (No. 582.)



No. 582. 1/6 n. Gr.

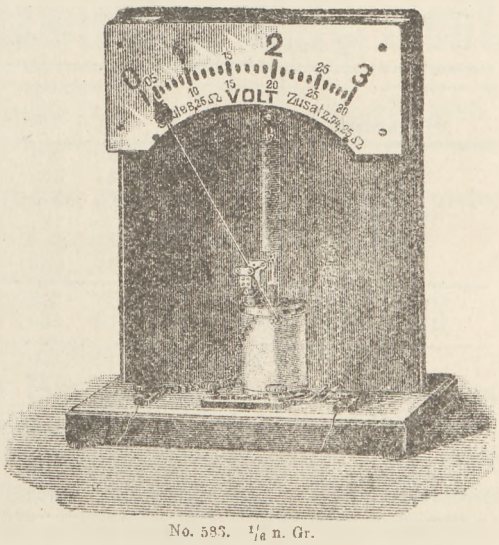
Die Vergleichswiderstände sind aus induktionsfrei gespannten offenen Drähten hergestellt. Der kleinste Widerstand von 0,1 Ohm besteht aus drei Schleifen von Kupfer, ein anderer von 1 Ohm aus einer Schleife von Neusilber, der dritte von 10 Ohm aus 10 Schleifen desselben Materials; sämtliche Drähte sind von gleicher Dicke, so dass einerseits der Unterschied der Leitungsfähigkeit beider Materialien, andererseits das Verhältnis von Länge und Widerstand direkt zu demonstrieren ist. Der Widerstand von 10 Ohm ist in der Mitte geteilt und mit einer Abzweigeklemme für 2×5 Ohm versehen, so dass diese beiden gleichen Widerstände auch zur Stromverzweigung für eine Wheatstonesche Brücke mit variablem Vergleichswiderstand benutzt werden können; als solcher kann unter Umständen wiederum der vorerwähnte Messdraht dienen.

4. Demonstrations-Telephon. (No. 586.)

Dieses Telephon enthält die wesentlichen Teile, Magnet, Induktionsspule, Membrane in sichtbarer Anordnung auf einem Grundbrett montiert und bequem zerlegbar. Es ist verwendbar als Wechselstrom-Instrument bei Widerstandsmessung von Flüssigkeiten, z. B. des inneren Widerstands von Elementen, wofür das Galvanometer bekanntlich nicht ohne weiteres benutzbar ist. Die Anordnung des zu messenden Widerstands und des Vergleichswiderstands an der Brücke bleibt hierbei dieselbe; anstatt der Elemente ist aber die sekundäre Spule des Induktionsapparats (s. u. 7.) an die Enden des Messdrahts zu legen. Preis M. 15,—.

5. Schul-Voltmeter. (No. 583.)

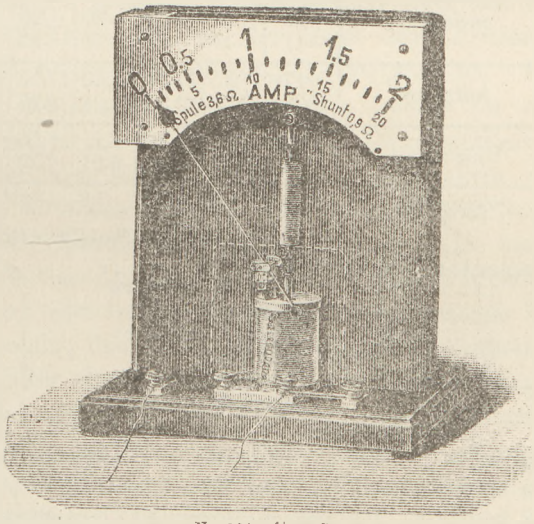
Als einfachstes Prinzip zur Herstellung eines direkt zeigenden Galvanometers darf ohne Zweifel das dem Kohlrauschschen Federgalvanometer zu Grunde gelegte angesehen werden: Ein Eisenkern wird in ein Solenoid eingezogen; als Gegenkraft dient eine auf Ausdehnung beanspruchte Feder; die Tiefe der Einziehung giebt ein Maass für die an den Enden des Solenoids herrschende Spannung bezw. für die dasselbe durchfliessende Stromstärke. Um diese relativ geringe Einziehung dem Schüler in vergrössertem Maasse zu zeigen, wirken bei vorstehenden Schulinstrumenten sowohl Eisenkern als Feder an einem Hebel, der mit einer Drehungsachse nebst Zeiger verbunden ist. Messbereich von 0,5 bis 3 Volt, also geeignet zur Messung der Spannung einzelner galvanischer Elemente, nebst Zusatzwiderstand vom Neunfachen des Solenoid-Widerstands zur Vergrösserung des Messbereichs auf 30 Volt. Preis M. 40,—.



No. 583. 1/6 n. Gr.

6. Schul-Ampèremeter. (No. 584.)

Die Construktion des Ampèremeters ist im wesentlichen dieselbe, wie beim Voltmeter und die Ausführung unterscheidet sich lediglich durch die Wickelung des Solenoids und durch die Aichung. Beiden Instrumenten wird der Strom an der linksseitigen und an der mittleren Klemme zugeführt. Während beim Voltmeter die Modifikation der Empfindlichkeit bezw. die Vergrösserung des Messbereichs durch Lösung der Verbindung zwischen der mittleren und rechtsseitigen Klemme geschieht, wird beim Ampèremeter der auf der Rückseite des Instruments angebrachte Nebenschluss (Shunt) durch Einlegen des Verbindungsstückes der mittleren und rechten Klemme bewirkt. Hat man im Voraus nicht angenähert eine Kenntnis von der vorhandenen Spannung oder Stromstärke, so versuche man deren Messung stets zunächst mit verminderter Empfindlichkeit, also mit vorgeschaltetem Widerstand bezw. mit angelegtem Nebenschluss. Messbereich von 0,2 bis 2 Amp., der durch den Nebenschluss von ein Viertel des Solenoid-Widerstands auf 10 Amp. erweitert werden kann. Preis M. 40,—.



No. 584. 1/6 n. Gr.

7. Induktionsapparat. (No. 585.)

Die Spulen dieses Apparates sind sehr sorgfältig isoliert; die Sekundärspule ist verschiebbar. Im Fusse befindet sich ein Condensator, welcher ein- und ausschaltbar und den Schülern separat vorzuzeigen ist. Der Apparat ist vielfach verwendbar. Mit einigen Elementen gespeist eignet er sich als Erzeuger von Wechselströmen, wie solche z. B. nötig sind bei der Widerstandsmessung von Elektrolyten mit Hilfe des Telephons; er bringt Geisslersche Röhren zu lebhaftem Leuchten und kann auch als Transformator dienen zur Demonstration der Umformung niedrig gespannten Stroms in höher gespannten oder umgekehrt unter Verwendung kleiner Glühlämpchen, endlich kann er in Verbindung mit dem Schulgalvanometer zu den Faradayschen Induktionsversuchen dienen, zu welchem Zweck als Ersatz für den Eisenkern noch ein Magnetstab mitgeliefert wird. Verhältnis der Windungszahl beider Spulen ungefähr 1 : 10. Preis M. 80,—.

Himmelserscheinungen im September und Oktober 1895.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

Monatstag	September 3	8	13	18	23	28	Oktober 3	8	13	18	23	28	
Helio-	211°	226	240	254	268	282	297	314	332	354	19	47	☿
centrische	331	339	347	355	3	11	19	27	35	43	51	59	♀
Längen.	341	346	350	355	0	5	10	15	20	25	30	35	♁
	180	183	185	187	189	192	194	197	199	201	203	206	♂
	112	113	113	114	114	115	115	115	116	116	117	117	♃
	218	218	218	219	219	219	219	219	220	220	220	220	♄
Aufst. Knoten.	343°	343	342	342	342	342	341	341	341	340	340	340	☾
Mittl. Länge.	331	37	103	169	235	301	7	72	138	204	270	336	☾
	335°	28	97	170	239	309	3	64	137	204	278	339	☾
Geo-	176	183	190	196	202	207	212	216	218	217	212	207	☿
centrische	180	178	176	173	171	169	167	167	167	169	171	173	♀
Recta-	162	167	171	176	180	185	189	194	198	203	208	213	☉
scensionen.	174	177	180	183	186	189	192	195	198	201	204	207	♂
	122	123	124	125	126	127	127	128	129	129	130	130	♃
	212	212	213	213	214	214	215	215	216	217	217	218	♄
	−12°	+16	+28	+ 4	−26	−22	+ 4	+26	+19	−14	−28	− 9	☾
Geo-	+ 3	− 1	− 5	− 8	−11	−14	−16	−18	−18	−17	−15	−11	☿
centrische	− 8	− 8	− 8	− 7	− 5	− 3	− 2	− 1	+ 0	+ 1	+ 1	+ 1	♀
Dekli-	+ 8	+ 6	+ 4	+ 2	− 0	− 2	− 4	− 6	− 8	−10	−11	−13	☉
nationen.	+ 4	+ 2	+ 1	− 0	− 2	− 3	− 4	− 6	− 7	− 8	−10	−11	♂
	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+19	+19	+19	+19	+19	+19	♃
	−11	−11	−11	−11	−11	−11	−12	−12	−12	−12	−12	−13	♄
Aufgang.	17h17m	17.25	17.33	17.42	17.50	17.59	18.7	18.16	18.25	18.34	18.43	18.52	☉
	6h36m	7.23	10.36	18.21	0.28	4.20	5.11	6.37	12.42	20.24	1.26	3.3	☾
Untergang.	6h42m	6.31	6.19	6.7	5.55	5.43	5.32	5.20	5.9	4.57	4.47	4.37	☉
	17h14m	23.20	4.2	5.51	7.19	12.35	18.37	24.57	3.29	4.34	7.48	14.1	☾
Zeitglchg.	−0m11s	−2.21	−4.5	−5.51	−7.36	−9.18	−10.55	−12.23	−13.41	−14.45	−15.34	−16.6	☉

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

September	3	18h 48,m9	Vollmond	Oktober	3	11h 41,m0	Vollmond
„	3	11	Mond in Erdferne	„	11	3 27,8	Letztes Viertel
„	11	17 44,5	Letztes Viertel	„	16	6	Mond in Erdnähe
„	17	20	Mond in Erdnähe	„	17	19 3,6	Neumond
„	18	9 49,0	Neumond	„	24	23 57,6	Erstes Viertel
„	25	7 16,3	Erstes Viertel	„	28	5	Mond in Erdferne.
„	30	15	Mond in Erdferne				

Constellationen. September: 1 0h ☿ ☌ ♂, ☿ 0°1′ südlicher; 3 Mondfinsternis, siehe unten; 14 18h ♃ ☌ ☉; 18 unsichtbare Sonnenfinsternis; 18 6h ♀ ☌ ☾; 18 14h ☿ in Sonnenferne; 18 19h ♀ untere ☌ ☉, wird Morgenstern; 19 0h ♂ ☌ ☾; 20 3h ☿ ☌ ☾; 21 5h ♃ ☌ ☾; 22 20h ☉ in der Wage, Herbstnachtgleiche; 23 11h α *Scorpii* vom ☾ bedeckt. — Oktober: 1 12h ☿ in grösster östlicher Ausweichung; 10 22h ☌ ☌ ☉; 12 10h ♃ ☌ ☾; 15 6h ♀ ☌ ☾; 17 18h ♂ ☌ ☾ 18 20h ☿ ☌ ☾; 18 21h ♄ ☌ ☾; 25 11h ☿ untere ☌ ☉, wird Morgenstern; 27 21h ☿ ☌ ♂, ☿ 0° 31′ südlicher; 28 19h ♀ im grössten Glanze = 47,7 × α *Lyrae*; 31 8h ♃ □ ☉.

Totale Mondfinsternis am 3. September. Elemente nach Berliner Zeit, die durch Addition von 6,m4 in M. E. Z. zu verwandeln ist: Anfang überhaupt September 3 16h 53,m4 (also bürgerlich am Morgen des 4. September 4h 59,m8 M. E. Z.); Anfang der Totalität 17h 59,m9; Mitte der Finsternis 18h 50,m6; Ende der Totalität 19h 41,m3; Ende überhaupt 20h 47,m9; Monduntergang 17h 14m, so dass in Berlin und dem Osten kaum etwas von der Erscheinung zu sehen ist; im westlichen Europa wird sich kurz vor dem Untergange des Mondes etwas beobachten lassen.

Meteore. Im Sept. nur schwache Maxima; bedeutendere Zahlen ergeben sich Okt. 17—24.

Das **Zodiakallicht** ist in beiden Monaten gegen 16h am Osthimmel aufzufinden.

Veränderliche Sterne. 1) Algols-Minima treten ein Septbr. 4 15h, 7 11h, 10 8h, 24 16h, 27 13h, 30 10h; Oktbr. 17 15h, 20 12h, 23 9h. — 2) Zu den für Juli und August genannten Sternen treten in den späteren Nachtstunden noch ζ, η *Geminorum*; α, δ *Orionis*. *J. Plassmann*, *Warendorf*.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.