

Eine physikalische Werkstätte.¹⁾

Von

Professor G. Quincke in Heidelberg.

Zweiter Abschnitt. Versuche aus der Optik.

§ 1. Als Goniometer zur Messung von Krystallen, Prismenwinkeln, Brechungsexponenten oder Polarisationswinkeln benutze ich eine Kreis-

teilung in ganzen Graden auf einer horizontalen runden, an der Unterseite geschwärzten Glasplatte *G* (Fig. 1 und 2) von 95 mm Durchmesser und 3 mm Dicke. Die Glasplatte ist in der Mitte durchbohrt, mit Siegelack auf eine hohle Messinghülse von 17 mm Durchmesser und 20 mm Länge aufge kittet. In diese Messinghülse ist ein durchbohrter Kork mit einer aufgeschraubten weiteren Hülse festgeklemmt. In dem durchbohrten Kork und zwei Öffnungen in der oberen und unteren Basis der Messinghülse dreht sich mit sanfter Reibung ein gerader Stahldraht *A* von 2 mm

Durchmesser und 100 mm Länge, auf dessen oberes Ende ein cylindrisches Messingstück von 8 mm Höhe und Durchmesser und ein rundes Tischchen *T* von Hartgummi von 65 mm Durchmesser und 4 mm Dicke aufgeschraubt sind. In dem cylindrischen Messing-

stück sind zwei horizontale Nadeln *Z* aus weichem Kupferdraht und ein horizontaler Stahldraht *B* von 65 mm Länge befestigt. Das Tischchen ruht mit dem Messingstück auf der Glasplatte, wird mit dem Stahldraht *B* als Handhabe gedreht und die Drehung an beiden Nadelspitzen ohne Excentrizitätsfehler bis auf 0,1° genau abgelesen. Die Nadeln werden so gerichtet, dass ihre Spitzen hart über der Teilung schweben und um 180° von einander abste-
hen. Das Tischchen wird an der Kreis-

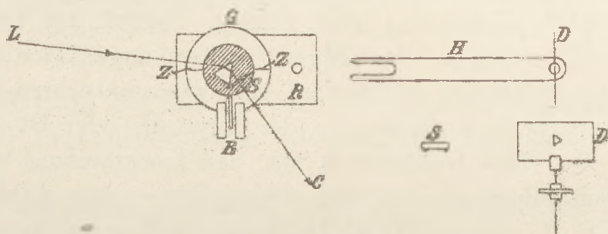


Fig. 1.

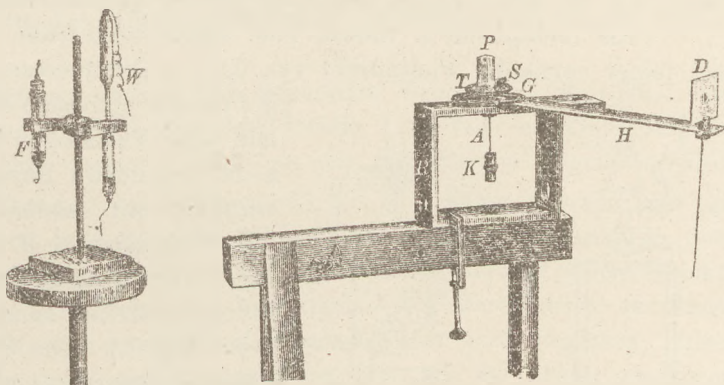


Fig. 2.

¹⁾ Fortsetzung der in dieser Zeitschrift (V 113) erschienenen Abhandlung.

graphen benutzt werden, auf die schwarze Glasplatte zu beiden Seiten des horizontalen Stahldrahtes *B* aufschiebt.

Aus 7 cm breiten und 1 cm dicken Brettchen von hartem Holz ist ein offener viereckiger Rahmen *R* von 18 cm Länge und 15 cm Höhe zusammengefügt, dessen obere Platte an einer Seite 6 cm vorspringt. Die Messinghülse der Kreistheilung kann in ein centrales oder seitliches Loch der oberen Platte dieses Holzrahmens eingesetzt und in demselben mit harter Reibung gedreht werden.

Schwere Prismen *P* setzt man auf das Tischchen des Goniometers. Krystalle und leichte Glasplatten befestigt man in dem vertikalen Einschnitte am unteren Ende eines Doppelkorkes *K* (in Fig. 3 in grösserem Maasstabe besonders abgebildet), dessen obere Hälfte auf den Stahldraht *A* aufgesteckt wird, welcher die vertikale Goniometer-Axe bildet. Der Doppelkork besteht aus zwei Korken von 15 mm Durchmesser und 18 mm Länge, welche mit zwei Einschnitten parallel der Längsaxe auf ein dünnes Zwanzigpfennigstück aufgeschoben und dadurch zusammengehalten werden. Da die beiden Einschnitte des unteren Theiles des Doppelkorkes normal zu einander stehen, so erfolgen die Drehungen in diesen beiden Einschnitten und um den Stahldraht in drei auf einander senkrechten Ebenen und gestatten eine leichte und schnelle Einstellung der Krystalle oder Glasplatten.



Fig. 3.

Der Holzrahmen mit der Kreistheilung wird mit einer flachen eisernen Schraubzwinge auf dem oberen Tisch eines Arbeitsbocks (vgl. *V 113 § 1*), wie in Fig. 2, oder einem verstellbaren Holztischchen, wie in Fig. 4, festgeschraubt.

Die Absehnlinie kann durch ein Diopter *D* (Öffnung in Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks von 1 cm Seitenlänge in einer Visitenkarte) festgelegt werden, das in einem eingeschnittenen Kork befestigt ist und mit einem vertikalen Stahldraht (einer Stricknadel) hoch oder tief gestellt werden und mit einer leichten Holzgabel *H* von 40 cm Länge, die unter die schwarze Glasplatte *G* geschoben wird, um die Messinghülse der Kreistheilung gedreht werden kann.

Als Lichtquelle *L* dienen eine spitze leuchtende Bunsensche Gasflamme; ein feiner vertikaler Platindraht von 0,2 mm Durchmesser (Fig. 4), wie er in *V 116*

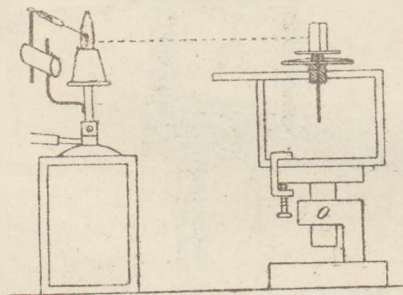


Fig. 4.

§ 4 bei der optischen Bank benutzt wurde; eine mit einer *Na*-haltigen Glasröhre gelb gefärbte nicht leuchtende Bunsensche Gasflamme; eine vertikale mit verdünntem Wasserstoffgas gefüllte Capillarröhre *W* oder Salzlösungen (*NaCl*, *LiCl*, *KCl*) in einem Fulgurator *F*, welche durch Induktionsströme zum Leuchten gebracht werden. (Fig. 2.). Die Wasserstoffröhre und der Fulgurator werden von Holzklammern gehalten, die mit Siegellack an einem Kork befestigt und

mit diesem an einem vertikalen Messingstab verschiebbar sind. Die Lichtquelle wird in 1 bis 5 m Entfernung aufgestellt, in gleicher Höhe mit dem Diopter und mit dem Prisma oder der Glasplatte, welche untersucht werden sollen.

Statt der sonst üblichen Fernröhre dienen Spiegelbilder des Auges *C* oder des Diopters *D* in einem Planglas (Objektträger aus Spiegelglas) oder in einem kleinen versilberten Planspiegel *S* von $30 \times 12 \times 1$ mm, welche mit zwei erbsengrossen Füßen aus Siegelwachs auf den Goniometertisch aufgesetzt und so gerichtet werden, dass das Spiegelbild sich mit der Lichtquelle oder einer bestimmten Farbe im Spektrum des Prismas deckt.

Indem man Tischchen und Planglas um 180° dreht, und mit einem untergeschobenen Holzkeil den Arbeitsbock oder den Goniometer-Rahmen neigt, lässt sich in bekannter Weise die Goniometer-Axe senkrecht zur Abschlinie stellen.

Soll der Brechungsexponent eines Glasprismas für verschiedene Fraunhofersehe Linien bestimmt werden, so benutzt man eine Wasserstoffröhre als Lichtquelle, dreht das Prisma auf dem am Glaskreise festgeklemmten Goniometer-Tischchen, bis die betreffende Spektrallinie im Minimum der Ablenkung erscheint; stellt den kleinen Silberspiegel *S* auf dem Goniometer-Tischchen so auf, dass das Spiegelbild des Auges *C* und die Spektrallinie sich decken, entfernt die Holzklammern und dreht das Goniometer-Tischchen, bis das Spiegelbild des Auges und die direkt gesehene Wasserstoffröhre sich decken. Der Drehungswinkel ist das Minimum der Ablenkung.

Den Prismenwinkel kann man durch Reflexion des Diopters in beiden Prismenflächen oder in der bei Krystallwinkeln üblichen Weise messen, indem man durch Drehung des Goniometer-Tischchens die Spiegelbilder der Lichtquelle in den beiden Prismenflächen mit demselben, direkt gesehenen Objekt, zur Deckung bringt.

Aus dem so gemessenen Winkel des Prisma und der Minimal-Ablenkung lässt sich in bekannter Weise der Brechungsexponent bis auf drei Decimalstellen berechnen.

Für Prismen aus doppeltbrechenden Krystallen, oder für Flüssigkeiten in Hohlprismen von 60° aus zusammengeschmolzenen Spiegelglasplatten (von E. Leybolds Nachfolger in Köln) lässt sich in derselben Weise Minimal-Ablenkung, Prisma-winkel und Brechungsexponent bestimmen.

§ 2. Um das Goniometer auch als Torsionskopf einer Torsionswage oder für Messung des Winkels der optischen Axen verwenden zu können, sind in der Bodenplatte des Holzrahmens, gegenüber der Goniometer-Axe *A* (Fig. 2) und in den Seitenwänden des Holzrahmens runde Öffnungen von 35 mm Durchmesser angebracht.

Mit einer Kegelklemme (wie an den bekannten Faberschen Bleistiften) befestigt man an dem unteren Teile des Stahldrahtes *A* anstatt des Doppelkorkes einen dünnen Metalldraht, dessen Torsion an der Kreisteilung abgelesen wird.

In die beiden Öffnungen der Seitenwände des Holzrahmens lassen sich mit durchbohrten Korken zwei in Kork gefasste Nicolsche Prismen einsetzen; in dem Doppelkork *K* Platten einaxiger und zweiaxiger Krystalle (die auf einem Objektträger mit Canadabalsam aufgeklebt sind) befestigen. Der Durchmesser der Ringe oder der Winkel der optischen Axen in polarisiertem Licht wird gemessen, indem man die Goniometer-Axe dreht und die optischen Axen mit der direkt gesehenen Lichtquelle oder dem Spiegelbild des Diopters in einem vertikalen kleinen Planspiegel, oder mit dem Fadenkreuze eines horizontalen Fernrohrs sich decken lässt.

Soll dabei der Krystall statt in Luft, in einer Flüssigkeit untersucht werden, so wird die Goniometer-Axe gehoben und ein würfelförmiger, oben offener Glastrog von 5 cm Höhe aus aneinander geschmolzenen Spiegelglasplatten eingeschoben (Fig. 6). Krystallflächen und Seitenwand des Glastroges werden durch Reflexion des Diopters normal zur Abschlinie gestellt, der Trog mit Flüssigkeit vom mittleren Brechungsexponenten des Krystalls gefüllt und der Winkel in der oben beschriebenen Weise gemessen.

§ 3. Den Brechungs-exponenten einer Flüssigkeit kann man durch totale Reflexion an einer Luftplatte zwischen Plangläsern bestimmen.

Ein Objektträger aus Spiegelglas von $75 \times 25 \times 1$ mm wird mit dem Diamanten in zwei Teile von 43 und 32 mm Länge geschnitten. Ein rechteckförmiger 2 mm breiter Ring von Schreibpapier wird auf das grössere Stück gelegt; das kleinere Stück um 180° um die Schnittlinie und noch einmal um 180° um die



Fig. 5.

Längskante gedreht und auf den Papierring gelegt. Dadurch liegen, auch wenn der Objektträger schwach prismatisch war, die Aussenflächen der Doppelplatte genau parallel. Durch zwei übergeschobene Kautschukringe, die von einer dickeren Kautschukröhre mit einer Scheere abgeschnitten sind, werden beide Glasplatten gegen den Papierring gedrückt und begrenzen eine planparallele Luftplatte (Fig. 5), die mit dem längeren Glasstück in dem Schnitt des Doppelkorkes *K* am unteren Ende der Goniometer-Axe senkrecht zur Abschlinie befestigt wird.

Die Goniometer-Axe wird mit dem Doppelkork und der Luftplatte in die Höhe gehoben, ein würfelförmiger oben offener Glasstrog von 5 cm Höhe aus einander geschmolzenen Spiegelglasplatten unter-

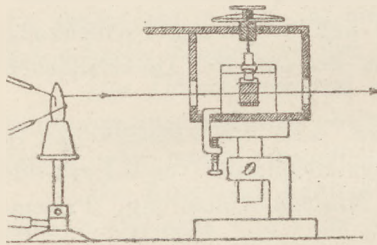


Fig. 6.

geschoben, mit Reflexion des Diopters die Seitenfläche normal zur Abschlinie gestellt, der Trog mit Flüssigkeit gefüllt und die Luftplatte durch Senken der Goniometer-Axe in die Flüssigkeit getaucht, so dass der Papierring ganz von Flüssigkeit bedeckt ist (Fig. 6). Man beleuchtet das Gesichtsfeld mit einer Natron-Flamme, in welche ein vertikaler Platindraht so eingeschoben ist,

dass er in der Abschlinie liegt; dreht die Luftplatte um den Winkel γ , bis der Brechungswinkel in Luft 90° beträgt, und die Grenze der totalen Reflexion auf der Abschlinie erscheint. Man bestimmt die Lage der Goniometer-Axe für die vier Lagen

$$\gamma \quad 180 + \gamma \quad -\gamma \quad -180 - \gamma$$

und benutzt den Mittelwert von γ um aus der Gleichung

$$n = \frac{1}{\sin \gamma}$$

den Brechungs-exponenten n der Flüssigkeit gegen Luft zu berechnen.

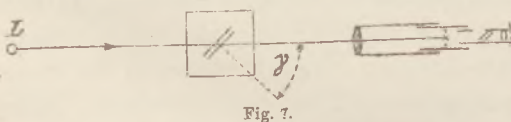


Fig. 7.

Als Lichtquelle *L* lässt sich bei diesen Messungen auch eine Wasserstoffröhre und anstatt des Diopters ein kleines auf Unendlich gestelltes Fernrohr verwenden, auf dessen Fadenkreuz die Grenze der totalen Reflexion eingestellt wird. (Fig. 7.)

§ 4. Der Regenbogen, welchen eine Flüssigkeit in einem Probier-röhrchen zeigt, lässt sich auch recht gut zur Messung des Brechungs-exponenten der Flüssigkeit benutzen.

Das Probier-röhrchen *P* (Fig. 8) wird mit Siegelack auf einem Objektträger befestigt, so dass seine Längsaxe mit ihrem Spiegelbilde eine gerade Linie bildet. An dem Probier-röhrchen wird mit wenig Wachs ein kleiner Silberspiegel *S* von $30 \times 12 \times 1$ mm befestigt. Das mit Flüssigkeit gefüllte Probier-röhrchen wird auf dem festgeklemmten Goniometer-Tisch gedreht, bis das Spiegelbild des Auges

(oder Diopters) sich mit der 2 bis 4 m entfernten Lichtquelle L (leuchtenden Bunsen-Flamme oder Na -Flamme) deckt. Man dreht den Goniometer-Tisch um 180° , blickt nahe dem linken (rechten) Rande in das Probierröhrchen in der Richtung RD (Fig. 8), bis man den rechts (links) mit rotem Ende scharf begrenzten Rand des Regenbogens (der Na -Flamme) erblickt, entfernt das Auge vom Probierröhrchen in deutliche Sehweite und dreht den Goniometer-Tisch so lange um den Winkel A (oder $-A$), bis der Regenbogen mit dem Spiegelbilde des Auges zusammenfällt.

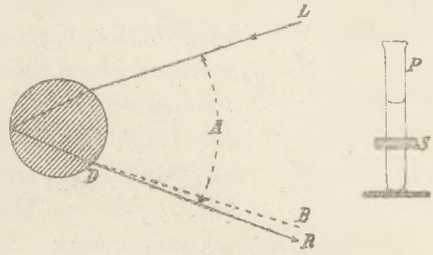


Fig. 8.

Dem Brechungsexponenten $n = 1,3 \quad 1,4 \quad 1,5 \quad 1,6 \quad 1,7 \quad 1,8$ entsprechen die Winkel $A = 47^\circ 8' \quad 33^\circ 5' \quad 22^\circ 50' \quad 14^\circ 56' \quad 8^\circ 56' \quad 4^\circ 31'$. Construiert man eine Curve mit diesen Werten von n als Abscisse und A als Ordinate, so lässt sich aus dieser Curve für jeden beobachteten Winkel A leicht das zugehörige n finden.

Um die Fehler der Glaswand des Probierröhrchens zu berücksichtigen, befestigt man den Planspiegel S an vier um je 90° von einander entfernten Stellen der Glaswand, misst bei jeder dieser vier Stellen den Winkel A und nimmt aus den so gefundenen Werten das Mittel.

Diese Methode gestattet auch den Regenbogen zweier Flüssigkeiten in zwei Probierröhrchen oder in zwei zugeschmolzenen Glasröhren zu vergleichen und den Brechungsexponenten durch eine Vergleichsflüssigkeit von bekanntem n ohne weitere Messungen und ohne Benutzung eines Goniometers zu bestimmen.

§ 5. Newtonsche Farbenringe.

Ein biconvexes elliptisches Brillenglas von 50 bis 100 cm Brennweite wird der Länge nach mit dem Diamanten in zwei Hälften geschnitten. Die eine Hälfte der biconvexen Linse wird auf einen Spiegelglasstreifen von $40 \times 13 \times 1,3$ mm gelegt und durch zwei seitlich übergeschobene Kautschukringe AB (Fig. 9) festgehalten, die man mit der Scheere 2 mm breit von einer dünnwandigen 8 mm dicken schwarzen Kautschukröhre abgeschnitten hat. Je näher die Kautschukringe nach der Mitte der Halblinse geschoben werden, um so grösser ist der Druck, mit dem die Linse gegen das Planglas gedrückt ist. Man schiebt die Kautschukringe allmählich über die gut gereinigten und staubfreien Gläser nach der Mitte der Halblinse, bis mit der Lupe im reflektierten Licht das Centrum der Farbenringe gerade schwarz erscheint.

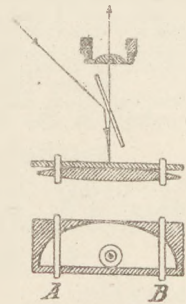


Fig. 9.

Das System von Linse und Planglas wird auf den Tisch eines gewöhnlichen Mikroskops (Objekt-Abstand > 20 mm) gelegt, von oben mit einem schrägen Deckglas, das zwischen Planglas und Objektivlinse angebracht ist, beleuchtet; das Licht des Beleuchtungsspiegels durch passende Drehung der Blende abgeblendet und das Mikroskop auf eine Schramme der Glasoberfläche an der Berührungsstelle von Linse und Planglas eingestellt.

Das quadratische Deckglas kann man an den unteren Ecken mit zwei kleinen Füßen aus Siegelwachs versehen und direkt auf das Planglas aufsetzen. Bequemer ist es, das Deckglas mit Siegellack an der Spitze einer rechtwinklig

gebogenen Stecknadel zu befestigen, die mit dem horizontalen Teile in einem Kork drehbar ist. (Fig. 10.) Der Kork ist auf einem schmalen Glasstreifen festgekittet, den man mit der für die Objektträger bestimmten Klemme am Mikroskopisch festklemmt.

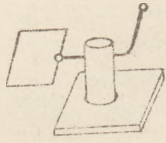


Fig. 10.

Durch Reflexion an dem passend geneigten Deckglas fällt das Licht des Himmels, einer weissen Gasflamme oder einer *Na*-Flamme normal auf die Luftschicht zwischen Planglas und Linse, und im Mikroskope erscheinen die kreisförmigen Newtonschen Ringe mit schwarzer Mitte. Mit einem Okular-Mikrometer, dessen Skalenteile durch Messung einer Normal-Millimerterteilung geacht sind, kann man den Durchmesser $2\rho_1$, $2\rho_2$, $2\rho_3$. . . des 1. 2. 3. . . . dunklen Ringes messen. Dann ist die Wellenlänge des Lichtes

$$\lambda = \frac{\rho_1^2}{R} = \frac{1}{2} \frac{\rho_2^2}{R} = \frac{1}{3} \frac{\rho_3^2}{R} \dots 1)$$

wenn R den Radius der Kugeloberfläche der Halblinse bezeichnet. Der Radius R ergibt sich aus der Brennweite f der Convexlinse durch die Gleichung

$$R = 2(n - 1)f = 1,020f \dots 2)$$

n , der Brechungsindex des Glases, ist meist 1,510.

Die Brennweite der Halblinse kann man mit der in *V 117 § 5* beschriebenen Methode, oder am genauesten mit einem auf Unendlich eingestellten Fernrohr bestimmen. Vor dem Objektiv des Fernrohres wird die Halblinse (und das Planglas) befestigt und mit dem Fernrohr verschoben, bis die Schrift einer Visitenkarte deutlich im Fernrohr erscheint. Die Entfernung von Visitenkarte und Halblinse ist dann f .

Der Durchmesser der Ringe nimmt ab, die Wellenlänge wird kleiner, wenn man mit heller Gasflamme oder Sonnenlicht beleuchtet, und ein rotes Glas zwischen dem Okular und Auge durch ein blaues Glas ersetzt; oder wenn man an den Rand der Linse einen Tropfen Alkohol, Öl, oder Wasser bringt, und die Luftschicht zwischen Linse und Planglas durch die Flüssigkeit verdrängt.

Beim Drehen der Mikroskopblende und passender Beleuchtung von unten erscheinen die Newtonschen Ringe im durchgehenden Lichte.

Natürlich lässt sich umgekehrt, bei Beleuchtung mit *Na*-Licht von bekannter Wellenlänge ($\lambda = 0,0005893$ nm) aus Gleichung (1) der Krümmungsradius R der Linsenfläche berechnen.

§ 6. Messung von Lichtwellen mit Fresnelschen Interferenzspiegeln.

Ein Streifen gutes Spiegelglas von $90 \times 25 \times 4$ mm wird mit dem Diamanten in zwei 45 mm lange Stücke geschnitten und auf der Rückseite mit schwarzer Ölfarbe bestrichen. Nach dem Trocknen der Ölfarbe legt man die beiden schwarzen Spiegel *A* und *B* dicht nebeneinander auf vier erbsengrosse Kugeln aus weichem Siegelwachs auf ein horizontales Holzbrett von $100 \times 50 \times 20$ mm, so dass zwei Kugeln unter der Schnittlinie liegen und jeder Spiegel in drei Punkten aufliegt (Fig. 11).

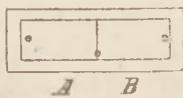


Fig. 11.

Auf die beiden Spiegel legt man eine grössere Spiegelglasplatte von $200 \times 50 \times 3$ mm und drückt diese mit dem horizontalen Zeigefinger längs der Schnittlinie schwach an. Die grössere elastische Spiegelglasplatte biegt sich dann in der Mitte durch, die beiden Spiegelflächen *A* und *B* sind schwach gegeneinander geneigt und nahezu in derselben Ebene, wenn die Glasflächen vor dem Aufeinander-

legen staubfrei und gut gereinigt waren. Die Neigung ν der Spiegelflächen gegeneinander ist um so grösser, je grösser die Durchbiegungen der grösseren Glasplatte, je stärker der Druck des Zeigefingers war. Gewöhnlich schwankt der Winkel ν zwischen zwei und sechs Minuten. Derselbe wird gemessen, indem man mit blossen Auge die Spiegelbilder zweier vertikalen Lichtlinien vom Abstand σ beobachtet, und die Spiegel in eine solche Entfernung ρ von den Lichtlinien bringt, dass das rechte Bild des linken Spiegels gerade auf das linke Bild des rechten Spiegels fällt. Dann ist

$$2\nu = \frac{\sigma}{\rho} \dots\dots\dots 1)$$

Als vertikale Lichtlinien dienen zwei rechtwinklig gebogene Platindrähte von 0,2 mm Durchmesser, die mit dem horizontalen Ende an den Querarm eines Glasröhrchens angeschmolzen sind, und deren vertikalen Teile in eine nichtleuchtende Bunsensche Gasflamme eingeschoben werden (Fig. 12). Die Platindrähte werden durch Pressen zwischen zwei Objektträgern gerade gerichtet, das Glasröhrchen auf einen horizontalen Arm aus weichem Kupferdraht aufgesteckt (vgl. Fig. 4), der mit einem Kork leicht verschoben und gerichtet werden kann.



Fig. 12.

Der Abstand der Platindrähte kann mit einem Kathetometer-Mikroskop (V 115 § 2), die Entfernung ρ der Spiegel von der Lichtquelle mit einem Bandmaass bequem gemessen werden.

Statt der beiden Platindrähte kann man auch die beiden vertikalen Schenkel des U-förmigen Kohlenfadens einer elektrischen Glühlampe verwenden.

Die Interferenzspiegel werden vertikal auf dem untern Tisch eines Arbeitsbocks (V 113 § 1) 1 bis 2 m von einer vertikalen Lichtlinie (glühendem Platindraht oder Kohlenfaden einer elektrischen Glühlampe) aufgestellt, die unter einem Winkel von 50 bis 80° reflektierten Strahlen in 30 cm Entfernung von den Spiegeln mit einer Lupe (von 5 cm Brennweite) beobachtet und durch einen untergeschobenen Holzkeil der Arbeitsbock oder die Spiegel so lange geneigt, bis die Durchschnittslinie der Spiegelflächen genau parallel der Lichtlinie steht und die Interferenzstreifen scharf und deutlich erscheinen.

Die Lupe wird dann mit einem horizontalen Mikroskop mit Okular-Mikrometer vertauscht, der Abstand β von p Interferenzstreifen gemessen, und daraus der Abstand s zweier benachbarter Interferenzstreifen gefunden.

$$s = \frac{\beta}{p} \dots\dots\dots 2)$$

Das Mikroskop kann man auch ohne Objektiv- und Kollektivlinse benutzen, indem man die Interferenzstreifen direkt in der Ebene des (gewöhnlich in 0,1 mm geteilten) Okular-Mikrometers mit dem Okularglas beobachtet. Okularglas und Mikrometer bilden eine sogenannte Fresnelsche Lupe. Mikroskoprohr oder das Messingrohr des Okulars lassen sich für diese Versuche sehr bequem zwischen die parallelen und vertikalen Schnittflächen eines Korkeylinders von 2 bis 3 cm Durchmesser klemmen, den man mit einem scharfen fettigen Messer parallel der Cylinderaxe durchschnitten hat und dessen beide Hälften mit Colophoniumkitt auf einem Holzbrett (10 x 5 x 2 cm) oder einem Objektträger aufge kittet werden.

Nennt man

a den Abstand der Lichtlinien von den Spiegeln,

b die Entfernung der Interferenzstreifen (Teilung der Fresnelschen Lupe)
von den Spiegeln,

$2c$ den Abstand der beiden Bilder der Lichtlinie in den beiden Spiegeln,

λ die Wellenlänge des Lichtes,

so ist mit Berücksichtigung von Gleichung (1) und (2)

$$2v = \frac{\sigma}{\rho} = \frac{2c}{a} \quad s = \frac{a+b}{2c} \lambda$$

$$\lambda = s \cdot \frac{a}{a+b} \cdot \frac{\sigma}{\rho} \quad \dots \quad 3)$$

Statt des glühenden Platindrahtes oder Kohlenfadens kann man als Lichtquelle auch einen mit *Na*-Flamme oder Sonnenlicht erleuchteten Spalt; oder das Sonnenbildchen eines Convexspiegels (Uniformknopf von 24 mm Durchmesser mit convexer Fläche von 50 mm Radius) oder einer Sammellinse (von 30 bis 50 mm Brennweite) benutzen, und, um homogenes Licht zu haben, ein rotes oder blaues Glas zwischen Auge und Fresnelsche Lupe bringen.

§ 7. Ist das Zimmer sehr hell oder von Sonnenlicht erleuchtet, und will man das fremde Licht bei diesen Versuchen abblenden, so lässt sich mit dem Arbeitsbock sehr leicht eine Dunkelkammer herstellen.

Zwei Papptafeln von $95 \times 85 \times 0,2$ cm werden an den 85 cm langen Seiten mit Löchern versehen, die von einander und vom Rande der Papptafeln 3 cm entfernt sind. Mit einer durch diese Löcher gezogenen Hanfschnur werden die Papptafeln an einen 82 cm langen und 30 cm breiten Streifen von weichem lichtdichten Stoff (sogenanntem dunkelbraunen Calmuck) festgenäht. Den Zeugstreifen hängt man über den oberen Tisch des Arbeitsbocks (Fig. 13). Die Papptafeln lehnen gegen die beiden schrägen Füße des Arbeitsbocks, ruhen mit dem unteren Rande auf der Tischfläche und bilden ein Zelt, durch dessen offene Seiten oder Stirnflächen die Lichtstrahlen hindurchgehen. Diese offenen Seiten können auch noch mit lichtdichtem Stoff und Pappschirmen geschlossen werden, wenn dies nötig sein sollte. Es empfiehlt sich stets, möglichst wenig zu verdunkeln. Für die meisten Fälle genügt es die Fresnelsche Lupe und den Kopf in dem einen Ende des Zeltens anzubringen; allenfalls über den Kopf noch ein leichtes lichtdichtes Tuch zu hängen.

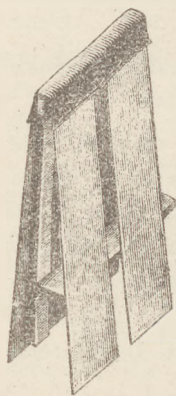


Fig. 13.

Bei manchen Versuchen ist es wünschenswert, bequem mit der Hand in die Mitte der Dunkelkammer gelangen zu können. Man ersetzt dann die eine 85 cm breite Papptafel durch zwei schmalere Papptafeln von 37 cm Breite, zwischen denen ein 11 cm breiter Schlitz für die Hand frei bleibt, der mit einer ähnlichen Papptafel oder lichtdichtem Stoff geschlossen werden kann. In der Zeichnung Fig. 13 ist diese Anordnung dargestellt. Bei dieser Einrichtung ist es angenehm, statt eines gewöhnlichen dreibeinigen Arbeitsbocks (*V 113 § 1*) einen vierbeinigen Arbeitsbock mit vier schrägen Füßen zu benutzen, gegen welche die leichten Papptafeln gegenlehnen.

Die Dunkelkammer lässt sich beliebig verlängern, indem man mehrere solcher vierbeinigen Arbeitsböcke oder Zelte hinter einander stellt.

§ 8. Messung von Lichtwellen mit dem Beugungsgitter. Die in § 6 beschriebene Methode, den Neigungswinkel der Fresnelschen Spiegel mit zwei

Lichtlinien und dem Bandmaass zu messen, lässt sich auch mit Vorteil zur Messung des Beugungswinkels bei Gitter-Beobachtungen verwerten.

Um die Beugungsspektren der beiden Lichtlinien unterscheiden zu können, macht man den einen Platindraht 5 mm länger, als den anderen (Fig. 12). Indem man durch das Gitter auf die beiden glühenden Platindrähte, im Abstand σ von einander, blickt, sieht man zu beiden Seiten jedes Platindrahtes eine Reihe Spektren von gleicher Höhe, wie der betreffende Platindraht, welche um die Beugungswinkel $\pm \gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_g$ vom centralen Bilde des Platindrahtes entfernt sind. Dieser Beugungswinkel für eine bestimmte Farbe des $\pm q^{\text{ten}}$ Spektrums wird gemessen, indem man Gitter und Auge in solche Entfernung ρ von der Lichtlinie bringt, dass das centrale Bild der einen Reihe mit der bestimmten Farbe des $\pm q^{\text{ten}}$ Spektrums der anderen Reihe sich deckt. Dann ist

$$\frac{\sigma}{\rho} = \sin \gamma_q = q \frac{\lambda}{\alpha} \quad \lambda = \frac{\alpha}{q} \frac{\sigma}{\rho} \quad \dots \quad 4)$$

wenn σ den Abstand der beiden Platindrähte von einander, α den Abstand der Gitterstriche bezeichnet.

Statt der beiden Platindrähte kann man eine elektrische Glühlampe benutzen, bei der der horizontale Teil und ein Stück des einen vertikalen Teils des U-förmigen Kohlenfadens abgeblendet sind; oder zwei ungleich lange Spalte in einem Metallschirm von 1 mm Breite, welche mit den beiden Rändern einer Na-Flamme erleuchtet werden.

Den mit Na-Licht beleuchteten Doppelspalt habe ich in einem Zinkschirm angebracht und direkt an der Bunsenschen Gasflamme befestigt. Der Zinkschirm Z (Fig. 14) von $140 \times 70 \times 0,5$ mm trägt einen Ausschnitt von 28 mm Breite, dessen linke und rechte Hälfte 30 resp. 20 mm Höhe haben. Die Mitte dieses Ausschnitts ist durch einen vertikalen aufgelöteten Zinkstreifen C von $40 \times 8 \times 0,5$ mm verdeckt, so dass dieser centrale Zinkstreifen C zwei rechteckförmige Öffnungen von 10 mm Breite und 30 resp. 20 mm Höhe von einander trennt. Zu beiden Seiten des centralen Zinkstreifens C werden zwei Zinkplatten A und B von $40 \times 30 \times 0,5$ mm mit seitlich aufgeschobenen Holzklammern auf dem Zinkschirm Z in solcher Lage befestigt, dass zwischen den vertikalen Rändern des centralen Zinkstreifens C und den Platten A und B zwei vertikale Spalte von 1 bis 2 mm Breite und 30 resp. 20 mm Höhe entstehen.

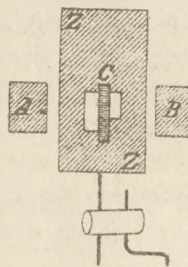


Fig. 14.

Ein am unteren Rande der Zinkplatte Z festgelöteter Messingdraht von 80×2 mm ist durch einen horizontalen Korkcylinder gesteckt, der an dem rechtwinklig gebogenen Messingdraht einer Bunsenschen Gaslampe verstellbar ist und den Arm mit der Na-Perle trägt. Der Zinkschirm mit Doppelspalt lässt sich mit dem Kork leicht so einstellen, dass beide Spalte vor den Rändern der Na-Flamme stehen.

Der Abstand σ der beiden Lichtlinien kann wieder mit dem Kathetometer-Mikroskop, die Entfernung ρ des Gitters von den Lichtlinien mit einem Bandmaass gemessen werden.

Zwischen Auge und Gitter kann man gefärbte Gläser einschalten und für das von denselben durchgelassene (homogene) Licht die Wellenlänge λ bestimmen.

Die Gleichung (4) gestattet auch mit einem bekannten Wert von λ (z. B. für Na-Licht) den unbekanntesten Abstand α der Gitterstriche zu messen.

§ 9. Nörrembergische Polarisationsapparate lassen sich leicht aus einem gewöhnlichen Objekträger von $48 \times 28 \times 1,3$ mm, einem mit Silber oder Folie belegten Spiegel von $27 \times 27 \times 2$ mm und einem geschwärzten Rahmen aus Zinkblech zusammenstellen.

Ein Streifen Zinkblech von $109 \times 30 \times 0,5$ mm wird so gebogen, dass zwei

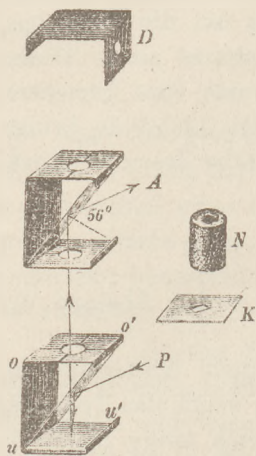


Fig. 15.

horizontale quadratische Tischchen OO' und UU' (Fig. 15), durch ein vertikales Mittelstück von 43 mm Länge verbunden und auf der anderen Seite, bei O' nach unten, bei U' nach oben, 3 mm breit umgebogen sind. In der Mitte der Tischchen befinden sich Öffnungen von 15 mm Durchmesser. Der Zinkrahmen ist mit alkoholischer Schellacklösung, in welche etwas Russ eingerührt wurde, geschwärzt. In diese Russchicht sind mit einem stumpfen Messer auf der Aussenseite der Tischchen OO' und UU' zwei helle gekreuzte Linien, parallel den Seiten des Quadrats gezogen. Legt man auf den unteren Tisch UU' den quadratischen Spiegel und schiebt man in den geschwärzten Rahmen den Objekträger in diagonalen Lage ein, so hat man einen Nörrembergischen Polarisator P . Die Öffnung des oberen

Tischchens wird von Licht erleuchtet, das von dem Planglas UO' unter dem Polarisationswinkel, von dem Spiegel UU' normal reflektiert wurde und parallel der Reflexionsebene des Planglases polarisiert ist.

Als Analysator A dient ein zweiter ähnlicher Rahmen aus geschwärztem Zinkblech, in welchem ein Objekträger oder ein schwarzer Spiegel (ein auf der Rückseite mit schwarzer Ölfarbe geschwärzter Objekträger) eingeschoben ist.

Um das Auge schnell in die richtige Lage an Analysator bringen zu können, hängt man auf das obere Tischchen desselben ein Diopter D , eine Öffnung von 5 mm Durchmesser in dem vertikalen Lappen eines zweimal rechtwinklig gebogenen schwarzen Papierstreifens von 30 mm Breite, welche Öffnung 14 mm tiefer als die Fläche des oberen Tischchens liegt.

Statt des schwarzen Spiegels verwende ich als Analysator auch ein in Kork

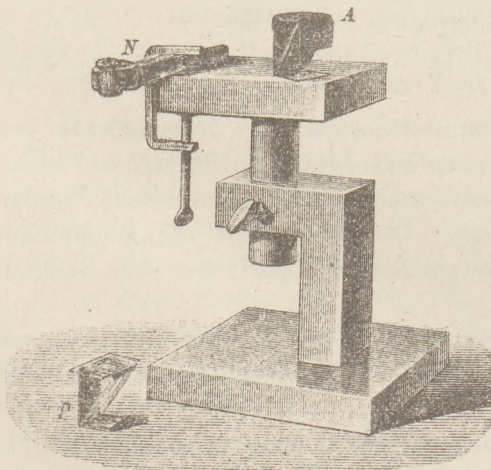


Fig. 16.

gefasstes Nicolsches Prisma N mit Endflächen von 8 mm Seite, dessen cylindrische Korkfassung von 17,5 mm Durchmesser und 23 mm Höhe gerade (nicht parallel den Prisma-Endflächen) abgeschnitten ist.

Für Untersuchungen in divergentem Licht (Kalkspathringe, Lemniskaten, Optische Axen u. s. w.) werden der Zinkrahmen mit schwarzem Spiegel oder das Nicolsche Prisma direkt auf die Krystallplatte K aufgesetzt, die man auf das obere Tischchen des Polarisators P aufgelegt hat. Für Untersuchungen mit parallelem Licht wird in deutlicher Seh-

weite (20 cm) über dem Polarisator eine langstielige Holzklammer (Probierrohrhalter der Chemischen Laboratorien) mit einer eisernen Schraubzwinde an einem

Arbeitsbock oder einem verstellbaren Holztischchen befestigt. Der Zinkrahmen wird über die Öffnung der Holzklammer gesetzt, das Nicolsche Prisma *N* mit der Korkfassung in die Holzklammer eingeklemmt (Fig. 16).

Die Kreuzlinien des oberen Tischchens des Polarisators bezeichnen die Polarisations Ebenen des Polarisators und Analysators bei gekreuzter Stellung und erleichtern das Auffinden des optischen Hauptschnitts einer zwischengelegten Krystallplatte *K*.

Zwei Rahmen mit schwarzen Glasspiegeln, in paralleler oder gekreuzter Stellung auf ein horizontales oder wenig geneigtes Holzbrett (Tisch des Arbeitsbocks) gelegt, bilden einen gewöhnlichen Biotschen Polarisationsapparat.

Lose Gyps- oder Glimmerplättchen legt man auf einen Objektträger und diesen auf den oberen Tisch des Polarisators (*K*, Fig. 15). Oft benutzte Krystallplatten von $\lambda/4$, $\lambda/2$, λ werden mit Canadabalsam auf Objektträgern von $48 \times 28 \times 1,3$ mm festgeklebt, so dass der Hauptschnitt mit der Längsrichtung des Objektträgers zusammenfällt. Glimmer- oder Gypsplatten werden mit einem aufgekitteten Planglas gegen Kratzen geschützt. Die Krystallplatten lassen sich dann mit den aufgekitteten Objektträgern, wie mikroskopische Präparate, in Pappkästen mit hölzernen Zahnleisten einschieben und übersichtlich anordnen.

Sollen die Krystallplatten auch auf das untere Tischchen, den Spiegel des Polarisators, gelegt werden, wo sie mit doppelter Dicke wirken, so werden sie auf kleinere Plangläser (von $25 \times 25 \times 1,3$ mm, $1/3$ Objektträger von $75 \times 25 \times 1,3$ mm) aufgekittet.

Um elliptisch polarisiertes Licht zu erhalten oder um Krystallplatten ganz oder zur Hälfte mit Glimmerplatten von $\lambda/4$, $\lambda/2$, λ und parallelem oder gekreuztem Hauptschnitt bedecken zu können, benutze ich Glimmerplättchen von 15×8 mm und geeigneter Dicke (0,031, 0,062 und 0,124 mm), deren Längsrichtung mit dem Hauptschnitt der Glimmerplatte zusammenfällt. Die Glimmerplatten werden in diagonaler Richtung (Fig. 17) mit Canadabalsam zwischen Plangläser von 25×25 mm gekittet.



Fig. 17.

Die halbe Bedeckung einer Krystallplatte *K* mit einer Glimmerplatte von $\lambda/4$ u. s. w. gewährt den Vortheil, dass man durch Verschiebung des Auges schnell die ursprüngliche Farbe oder farbige Curve der Krystallplatte mit der durch die Glimmerplatte geänderten Farbe oder Curve vergleichen kann.

Hauptschnitt und optische Dicke der Glimmerplatte lassen sich durch die Gestaltsänderung oder Verschiebung bestimmen, die sie an den Ringen einer untergelegten, \perp zur optischen Axe geschnittenen, Kalkspathplatte erzeugen.

§ 10. Zwei Quarzkeile mit gekreuzten Hauptschnitten und parallelen, entgegengesetzt gelegten, Schneiden wirken wie zwei keilförmige Krystallplatten mit allmählich zunehmender Dicke. Sie bilden einen Babinetschen Compensator und werden benutzt, um für zwei senkrecht zu einander polarisierte Lichtstrahlen einen Gangunterschied von bestimmter Grösse herzustellen oder zu compensieren und zu messen. Ein solcher Babinetscher Compensator wird in das Bündel paralleler Lichtstrahlen zwischen Polarisator und Analysator, die um die deutliche Sehweite (20 cm) von einander entfernt sind, eingeschaltet. Er ist auch zum Studium der Polarisationsfarben besonders geeignet.

Für viele Zwecke kann ein Babinetscher Compensator mit Vorteil durch einen Compensator mit gebogenen Glasstreifen ersetzt werden, indem man

Glasstreifen von constanter Dicke durch stärkere oder schwächere Biegung stärker oder schwächer doppeltbrechend macht.

Zwei Streifen gutes Spiegelglas von $300 \times 15 \times 5,5$ mm werden an den schmalen Längsseiten eben geschliffen und poliert und mit den Flächen von 300×15 mm so übereinander gelegt, dass ihre Enden durch zwei querüber liegende Holzstäbchen (Streichhölzer) von 2,5 mm Durchmesser getrennt sind. Die Holzstäbchen werden durch zwei Kautschukringe (3 mm breite Stücke einer Kautschukröhre von 15 mm Durchmesser) festgehalten, welche man über die Enden der Glasstreifen geschoben hat. Bringt man die Glasstreifen in diagonalen Richtung auf das obere Tischchen des Polarisators, so dass das Licht durch eine 15 mm dicke Glasschicht hindurch auf den Analysator (in paralleler oder gekreuzter Stellung) fällt, so erscheint das Gesichtsfeld gleichmässig hell oder dunkel. Presst man die Glasstreifen zwischen Daumen und Zeigefinger in der Mitte zusammen, so erscheinen farbige Hyperbeln zu beiden Seiten der punktiert gezeichneten neutralen, weissen oder schwarzen, Mittellinie mit der elastischen

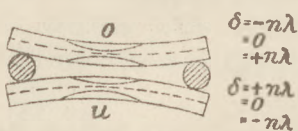


Fig. 18.

Dilatation 0 , wie dies in Fig. 18 angedeutet ist. Es erscheinen um so mehr Curven, je stärker man drückt, je grösser die Biegung oder die elastische Dilatation an derselben Stelle des Glasstreifens ist. Die Kurven gleicher Farbe sind in der Nähe der Mitte jedes Glasstreifens nahezu parallel der neutralen Mittellinie und analog den Streifen des Babinetschen Compensators, können also zu denselben Messungen wie dieser verwandt werden.

Für messende Versuche legt man den Doppelstreifen von Glas bei U auf eine feste cylindrische Unterlage, und belastet ihn bei O durch eine Wageschale mit Gewichten. Dilatation und Gangunterschied δ sind für dieselbe Stelle eines Glasstreifens proportional dem Gewicht der Wageschale.

Kommt es nicht auf Messungen, sondern bloss auf die Polarisationsfarben an, so kann man von einer 3 bis 4 mm dicken Glasplatte zwei 15 mm breite und 300 mm lange Streifen mit dem Diamanten abschneiden und das polarisierte Licht direkt durch die Schnittflächen der gebogenen Streifen hindurch gehen lassen.

Von der neutralen Mittellinie aus gerechnet ist der gebogene Glasstreifen auf der convexen Seite ein optisch positiver, auf der conkaven Seite ein optisch negativer Krystall (eigentlich ein Conglomerat solcher Krystalle), mit der Mittellinie als Hauptaxe.

§ 11. Schwache Doppeltbrechung erkennt man am leichtesten mit einer Bravais'schen Doppelplatte.

Eine quadratische Glimmerplatte von λ oder 2λ Dicke (0,124 oder 0,248 mm) mit Seiten \mp und \perp zum Hauptschnitt wird mit einem scharfen Messer längs einer Diagonale durchgeschnitten und die obere Seite der einen Hälfte nach unten gekehrt.

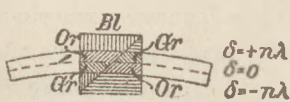


Fig. 19.

Die Schnittflächen werden wieder an einander geschoben, die quadratische Doppelplatte in dieser Lage auf einem Objektträger mit Canadabalsam festgekittet und durch ein aufgekittetes Planglas vor Kritzen geschützt. Die beiden Hälften der Glimmerplatte haben gekreuzte Hauptschnitte und zeigen dieselbe (empfindliche) Farbe, blau oder gelb, wenn man sie auf das obere Tischchen des Polarisators legt, und in deutlicher Sehweite (20 cm) darüber den Analysator in gekreuzter oder paralleler Lage aufstellt. Eine Krystallplatte K ,

über die Bravais'sche Platte gehalten, lässt die Farbe der einen Hälfte steigen, die der anderen Hälfte sinken. Die verschiedene Färbung beider Hälften zu beiden Seiten der diagonalen Trennungslinie ist leicht wahrzunehmen und bestimmt gleichzeitig, ob K dieselbe oder entgegengesetzte Doppelbrechung, wie der Glimmer der Bravais'schen Platte, hat.

Fig. 19 zeigt, wie das Blau der Bravais'schen Platte durch einen gebogenen Glasstreifen in Orange und Grün übergeht zu beiden Seiten der neutralen Mittellinie.

§ 12. Der Winkel der scheinbaren optischen Axe eines zweiachsigem Krystals lässt sich mit einer Turmalinzange und einem Bandmaass in folgender Weise bestimmen.

Man legt die Krystallplatte (Salpeter, Arragonit) zwischen die beiden parallel (oder gekreuzt) gestellten Turmalinplatten und blickt durch die Platten auf eine Reihe vertikaler Stecknadeln, die mit 5 cm Abstand in einem Korkstreifen auf einer horizontalen Fenstersprosse befestigt sind. Man bringt das Auge in solche Entfernung ρ vom Fenster, dass die optischen Axen mit zwei Stecknadeln im Abstand σ sich decken. Dann ist der Winkel der scheinbaren optischen Axen $2w$ durch die Gleichung bestimmt

$$\text{tang } w = \sigma/2\rho$$

ρ wird mit einem Bandmaass gemessen, dessen Ende an einem Drahtstift in der Fenstersprosse befestigt ist.

In ähnlicher Weise lässt sich der Durchmesser der farbigen Ringe messen, welche Platten einaxiger Krystalle (Kalkspath, Quarz) in polarisiertem Licht zeigen.

Statt der Stecknadeln kann man auch eine Centimetertheilung mit dicken schwarzen Strichen auf weissem Grunde verwenden. Doch sind dann die Messungen weniger genau.

Stellt man statt der beiden Stecknadeln zwei Na -Flammen auf, so kann man in ähnlicher Weise den Winkel der optischen Axen für das homogene Licht dieser Flammen messen.

Diese Methode ist bequemer und weniger zeitraubend als die in § 2 beschriebene mit Hilfe der Kreisteilung eines Goniometers. Sie lässt sich aber mit Vorteil nur anwenden, so lange $2w < 35^\circ$ ist.

§ 13. Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch Quarzplatten oder Zuckerlösung.

Die in § 9 beschriebenen Polarisationsapparate lassen sich auch benutzen, um die Drehung der Polarisationsebene durch Quarzplatten oder Zuckerlösung, Terpentinöl u. s. w. zu messen; die Flüssigkeiten füllt man in einen hohen vertikalen Trog von $75 \times 20 \times 20$ mm aus zusammengeschnittenen Spiegelglasplatten von E. Leybolds Nachfolger, Köln a. Rh. Der Trog wird, mit einem Objektträger aus Spiegelglas bedeckt, auf das obere Tischchen des Polarisators gestellt. (Fig. 20.)

Dem oberen Tischchen ist bei diesen Versuchen dadurch grössere Festigkeit gegeben, dass zwei 4 mm breite Zinkstreifen auf die umgebogenen Ränder des oberen und unteren Tischchens aufgelötet sind.

Zur Messung der Drehung des Analysators dient ein Nicol'sches Prisma in

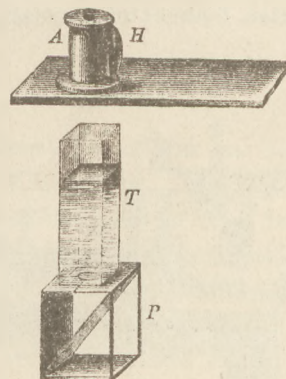


Fig. 20.

cylindrischer Messingfassung. Die Messingfassung ist in einer passenden Öffnung eines Lineals aus Birnbaumholz von $350 \times 50 \times 5$ mm drehbar und liegt mit einem vorstehenden Rande auf dem Lineal auf. Das letztere ist mit einer flachen eisernen Schraubzwinge an einem verstellbaren Holztischehen befestigt.

Die Drehung des Nicolschen Prismas wird mit objektiver Spiegelablesung, ähnlich wie bei einem Magnetometer gemessen.²⁾ An der Messingfassung des Nicolschen Prismas wird mit Wachs ein versilberter Hohlspiegel H von 1 m Radius befestigt, ein biconvexes Brillenglas von 2 m Brennweite (also von 0,5 Dioptrien), dessen eine Seite versilbert und lackiert ist. Dieser Hohlspiegel erzeugt von einer schmalen Petroleumflamme (oder einem 0,2 mm dicken Draht, der vor dieser Flamme ausgespannt ist) in r mm Entfernung ein Bild, einen Lichtstift, auf einer horizontalen Millimeterskala von 500 mm Länge, die an dem geschwärzten Gehäuse der Petroleumlampe angebracht ist. Einer Drehung des Lichtstiftes um s mm entspricht dann ein Drehungswinkel von

$$s/r \ 1718,9 = \varphi \text{ Minuten. } 1)$$

Da s nicht genau proportional mit φ ist, ist an dem beobachteten s noch eine Korrektur anzubringen und davon $s^2/3r^2$ zu subtrahieren. Für $r = 1000$ mm und

$$s = 50 \quad 100 \quad 150 \quad 200 \quad 250 \quad 300 \text{ mm}$$

beträgt diese Korrektur 0,04 0,33 1,11 2,60 5,02 8,54 mm.

Für genauere Messungen ist dem oben beschriebenen Nörrembergschen Polarisator ein Nicolsches Prisma vorzuziehen, das in einen Rahmen aus geschwärztem Zinkblech eingesetzt ist (Fig. 21).

Der Rahmen ist ähnlich wie bei den früher § 9 beschriebenen Apparaten aus einem Streifen Zinkblech von $141 \times 30 \times 0,5$ mm gebogen. Die beiden quadratischen Tischehen OO' und UU' mit centralem Loch von 15 mm sind durch ein vertikales Mittelstück OU von 75 mm Höhe verbunden und auf die umgebogenen 3 mm hohen Ränder der Tischehen sind 4 mm breite Zinkstreifen von 75 mm Länge aufgelötet, um dem Rahmen die nötige Steifigkeit zu geben. In die drei vertikalen Streifen ist dann noch ein mittleres Tischchen mm' , 35 mm unter dem oberen, mit ähnlicher centraler Öffnung eingelötet. Das Nicolsche Prisma mit Korkfassung steht auf diesem mittleren Tischchen und wird durch einen mit Folie belegten Spiegel von $31 \times 31 \times 2$ mm von unten beleuchtet, der schräg in den Rahmen von 30 mm lichter Weite eingelegt ist.

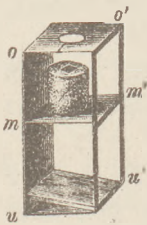


Fig. 21.

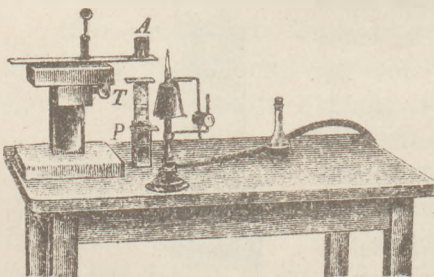
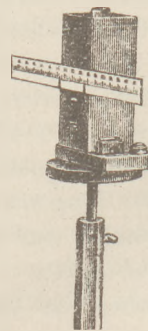


Fig. 22.



Unter dem Analysator, dessen Spiegel den Lichtstift auf eine passende Stelle der Skala wirft, wird der geschwärzte Rahmen mit Polarisator aufgestellt und mit etwas Wachs am Tisch befestigt, um zufällige Verschiebungen zu ver-

hüten. Der schräge Spiegel wird mit einer Na-Flamme beleuchtet, das Nicolsche

²⁾ Vgl. d. Zeitschr. VI 124.

Prisma des Polarisators so gedreht, dass das Gesichtsfeld dunkel erscheint. Ein schwarzer Pappschirm, der in der Zeichnung (Fig. 22) fortgelassen ist, schützt das Auge vor den direkten Strahlen der Lichtquelle. Bringt man eine Quarzplatte oder den Glastrog mit Zuckerlösung auf das obere Tischchen des Polarisators, so muss der Analysator gedreht, der Lichtstift um s mm verschoben werden, damit das Gesichtsfeld wieder dunkel erscheint. Die in Minuten gemessene Drehung ergibt sich aus Gleichung (1). Dieselbe ist

$$\varphi = [\alpha] L \cdot z = [\alpha] L \frac{p\sigma}{100} \quad \dots \quad 2)$$

wo $[\alpha]$ das spezifische Drehungsvermögen des Zuckers,
 L mm die Länge der durchstrahlten Flüssigkeitsschicht,
 z g die Menge Zucker in 1 cem Lösung,
 p der Procentgehalt der Zuckerlösung
 (p g Zucker in 100 g Lösung vom spezifischen Gewicht σ .)

Da eine 100 mm dicke Schicht einer wässrigen Zuckerlösung, welche 32,7 g Rohrzucker in 100 cem Lösung enthält, die Polarisationsebene von Na-Licht um $21,67^\circ$ dreht, so ist das spezifische Drehungsvermögen des Zuckers

$$[\alpha] = \frac{21,67}{32,7} = 0,6628^\circ = 39,77 \text{ Min.}$$

Aus Gleichung (1) und (2) folgt der Procentgehalt der Zuckerlösung

$$p = \frac{\varphi}{[\alpha]} \frac{100}{L} \frac{\lambda}{\sigma} = \frac{1718,9}{39,77} \frac{s}{r} \frac{100}{L} \frac{1}{\sigma} \quad \dots \quad 3)$$

$$p = 4322 \frac{s}{rL\sigma} \quad \dots \quad 4)$$

Soll der Zuckergehalt einer Zuckersorte ermittelt werden, so wiegt man 5 bis 10 g Zucker in einem Messkolben von 50 cem, setzt warmes Wasser zu, löst den Zucker im Wasserbade und giesst nach dem Erkalten soviel Wasser nach, dass die Lösung 50 cem einnimmt; füllt den 75 mm hohen Glastrog mit der Lösung, bedeckt ihn mit einem Objektträger, so dass keine Luftblase zurückbleibt, entfernt die unten übergelaufene Zuckerlösung und bestimmt φ in der oben angegebenen Weise. Der aus den Wägungen berechnete Zuckergehalt kann mit dem aus Gleichung (4) auf optischem Wege gefundenen verglichen werden. Bei reinem Zucker findet man mit der optischen Methode p um $\frac{1}{300}$ seines Wertes zu gross, weil $[\alpha]$ nicht constant ist, sondern sich mit der Concentration ein wenig ändert.

Bei Harnzucker (Glycose, Dextrose) ist für Natronlicht

$$[\alpha] = 0,5640^\circ = 33,84 \text{ Min.}$$

und nach Gleichung (3) $p = 5080 \frac{s}{rL\sigma} \quad \dots \quad 5)$

§ 14. Halbschattenapparat. In der eben beschriebenen Form ist der Apparat ein gewöhnlicher Zuckerpolarisationsapparat nach Mitscherlich. Man kann ihn leicht in einen Laurentschen Halbschattenapparat verwandeln, indem man das polarisierende Nicolsche Prisma zur Hälfte mit einer Glimmerplatte von $\lambda/2$ (Fig. 17) bedeckt, die mit dem Hauptschnitt um etwa 1° gegen die lange Diagonale der Endfläche des Nicolschen Prismas gedreht ist. Das analysierende Nicolsche Prisma wird so gedreht, dass die freie und die mit dem Glimmer bedeckte Hälfte des mit intensivem Na-Licht (kleiner Kochsalzperle in möglichst heisser Bunsenscher Gasflamme) erleuchteten Gesichtsfeldes gleich hell erscheinen. Nach Einschaltung der Zuckerlösung muss dann das Nicolsche Prisma um φ min. gedreht, der Lichtstift um s mm verschoben werden, um wieder gleiche Helligkeit beider Hälften des Gesichtsfeldes zu erhalten.

Da diese Einstellung empfindlicher ist, als die auf grösste Dunkelheit des Gesichtsfeldes, so ist die zweite Methode genauer, als die erste. Sie lässt sich natürlich auch bei anderen Flüssigkeiten, als Zuckerlösung, benutzen.

Der Apparat ist ebenso bequem und ebenso genau, wie andere kostbare Apparate mit Kreisteilung, sobald der Winkel $\varphi < 12^\circ$ bleibt.

§ 15. In der aus Arbeitsbock und Papptafeln hergestellten Dunkelkammer (§ 7) lässt sich bequem ein Bunsensches Photometer anbringen.

Auf dem unteren Tisch des Arbeitsbocks wird mit einer flachen eisernen Schraubzwinde eine Optische Bank (*V 116 § 4*) *B* befestigt, ein Halbmeterstab (oder Meterstab) aus Holz, auf welchem ein Schlitten mit Fettfleck verschiebbar ist.

Der Schlitten besteht aus einem Objektträger von $48 \times 28 \times 1$ mm mit untergeklebten Korkleisten. Auf dem Objektträger sind zwei Korksäulen k_1, k_2 (Fig. 23) mit Colophoniumkitt aufgeklebt; an den Korksäulen zwei vertikale, schwach gegeneinander geneigte, quadratische Silberspiegel S_1, S_2 von $40 \times 40 \times 1,5$ mm befestigt. In die schmale Spalte zwischen den Korksäulen

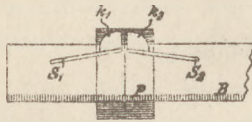


Fig. 23.

ist das Papierblatt *P* von 45×45 mm mit einem centralen, 5 bis 10 mm breiten runden Stearinleck eingeschoben.

Durch die linke Stirnseite der Dunkelkammer fällt das Licht einer Vergleichsflamme (Fledermausbrenner, elektrische Glühlampe) von constanter Intensität i aus der Entfernung E_0 (1,2 m); durch die rechte Stirnseite das Licht einer Normalkerze von der Intensität J_0 aus der Entfernung a_0 auf den Fettfleck. Der Schlitten wird mit der Hand hinter dem Schlitz zwischen den beiden schmalen Papptafeln der Dunkelkammer so lange verschoben, bis der Fettfleck in den Spiegeln nicht mehr wahrzunehmen ist. Man vertauscht dann die Normalflamme mit der Lichtquelle *L*, deren Intensität J gemessen werden soll, und bringt durch Verstellen des Schlittens oder der Lichtquelle die Vergleichsflamme in die Entfernung E , die Lichtquelle *L* in die Entfernung a vom Fettfleck, so dass dieser wieder verschwindet. Dann ist

$$C \cdot \frac{i_0}{E_0^2} = \frac{J_0}{a_0^2} \qquad C \frac{i_0}{E^2} = \frac{J}{a^2}$$

$$J = \frac{a^2}{a_0^2} \cdot \frac{E_0^2}{E^2} J_0 \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

C hängt von der Absorption des Lichtes im Papier ab und ist constant, sobald E_0 und E nicht zu sehr verschieden sind.

Die Entfernung der Flammen vom Nullpunkt der optischen Bank *B* wird mit einem Bandmaass gemessen.

Als Normalkerze hat die Versammlung deutscher Gasfabrikanten in Würzburg 1872 eine Kerze aus Paraffin von 55° C. Schmelzpunkt angenommen, welche bei $17,5^\circ$ C. und 50 mm Flammenhöhe 7 g Substanz in der Stunde verbrennt, Eine englische Normalkerze verbrennt 7,8 g Wallrath in der Stunde und hat 45 mm normale Flammenhöhe. Man schneidet den Docht der Normalkerze etwas ab, so dass die Flammenhöhe unter Normalhöhe ist und langsam zunimmt. Ist die Normalhöhe erreicht, so wird der Schlitten eingestellt.

Statt der Normalkerze kann man auch eine Normal-Amylacetat-Lampe von v. Hefner-Alteneck benutzen. Dieselbe soll vor Beginn der Messungen 10 Minuten mit 40 mm Flammenhöhe gebrannt haben.

Heidelberg, September 1893.

Prof. O. Reichels Apparat zur Zusammensetzung von Stosskräften.

Von

R. Heyne in Berlin.

Herr Professor O. Reichel hat dem in dieser Zeitschrift (II 265 ff.) beschriebenen Apparat zur Zusammensetzung von Stosskräften eine neue Form gegeben. Der Apparat ist vielseitiger, dabei aber einfacher, kleiner und transportabel geworden. Herr Professor Reichel hat den von ihm mit Hilfe eines Klempners gebauten Apparat zur Zeit mir zur Benutzung im Unterricht überlassen. Auf seinen Wunsch gebe ich in dem Folgenden eine Beschreibung des neuen Apparates und der damit anzustellenden Versuche.

Beschreibung des Apparates.

Die 56 zu 70 cm grosse Grundplatte des in Fig. 1 dargestellten Apparates besteht aus Zinkblech. Um der Platte die erforderliche Festigkeit zu geben, ist der Rand 2,5 cm breit rechtwinklig nach unten umgebogen; auch sind in dem Hohlraum unter der Platte vier 2,5 cm breite Zinkblechstreifen, welche die Mitten der kleinen Rechteckseiten mit den gegenüberliegenden Ecken verbinden, hochkantig angelötet. In der Mitte der einen Schmalseite des Grundbrettes stehen 15 cm von einander entfernt zwei Messingröhren von 2 cm äusserem Durchmesser und 1,5 m Länge (gestreckt gemessen). Dieselben durchsetzen die Zinkplatte und zwei in dem Hohlraum unter derselben befestigte Eisenstücke von 2,5 cm Dicke, auch sind sie bis zu 55 cm Höhe mit angelöteten unten 5 cm breit nach aussen vorspringenden Streben aus Zinkblech versehen. An den Aussenseiten der Streben sind je sechs etwas konisch aufgeweitete Messingrohre (2 cm lang, 0,6 cm dick) horizontal angelötet, welche zur Aufnahme von Holzwirbeln dienen. In der Höhe von ungefähr 1 m über der Grundplatte sind die beiden Messingrohre in Vertikalebene, welche den Längsseiten des Grundbrettes parallel laufen, halbkreisförmig gebogen und tragen eine segmentförmige, der Grundplatte parallele Blechscheibe. Die Sehne des Segments misst 42 cm, seine Höhe 16 cm, der Abstand von der Grundplatte 1,07 m. Mehrere hochkantig auf die obere Fläche des Segments aufgelötete Blechstreifen geben der Platte die nötige Widerstandskraft.

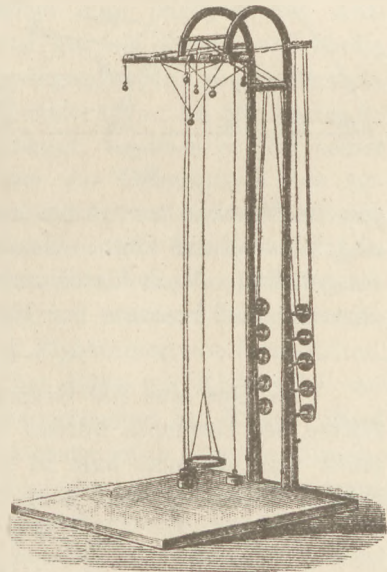


Fig. 1.

Die Platte ist an zehn Stellen durchbohrt (Fig. 2) und gewährt so einer Reihe von Schnüren den Durchgang. Die geradlinige Kante hat ausserdem noch in Abständen von je 10 cm kleine Einschnitte, welche ebenfalls als Führungen von Schnüren dienen. Bei d_0 kann die Kante um 1,5 cm herausgerückt werden. Die Schnüre führen über ein Verbindungsstück und zwei horizontale Ansätze der Messingröhren zu den Holzwirbeln. Jeder Wirbel trägt eine Rolle von 5 cm Durchmesser, und da jede Schnur zum Teil auf die Rolle, zum Teil auf den 5 bis 8 mm dicken Stiel des Wirbels aufgewickelt ist, so ist sowohl ein schnelles Auf- und Abwickeln der Schnüre, als auch durch Benutzung der Wicklung auf

dem Stiele ein leichtes Justieren der abzuwickelnden Länge und ein besseres Ausnutzen der Reibung des Stieles in seiner Hülse möglich. Die durch aa' , bb' cc' geführten Schnüre gestatten eine biflare Aufhängung. Während des Nichtgebrauches werden die Schnüre durch kleine Bleikugeln leicht gespannt gehalten (Fig. 1). Die Führungen in der Platte, die Bleikugeln und die Wirbel sind für jeden Faden durch übereinstimmende farbige Zeichen als zusammengehörig gekennzeichnet, so dass Verwechslungen von Faden und zugehörigem Wirbel leicht zu vermeiden sind.

Versuche.

Als Massen dienen eiserne 42 mm dicke Cylinder von 200, 400 und 600 g Gewicht, sowie eine eiserne 200 g schwere rechteckige Platte (9 zu 5 cm), welche durch zwei eiserne Auflegeplatten von je 200 g Gewicht beschwert werden kann.

1. Versuch. Gleichheit der Massen. Zwei Massen heissen einander gleich, wenn sie mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung aufeinander-treffend sich gegenseitig zur Ruhe bringen.

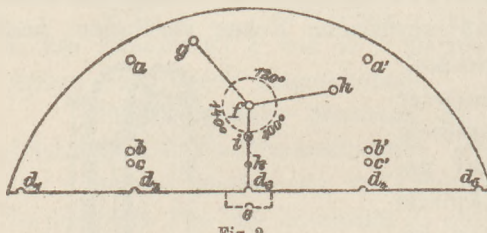


Fig. 2.

a) An den Faden cc' (Fig. 2) wird biflar und an Faden e je ein Gewicht von 200 g gehängt, die Mitten der Gewichte werden auf gleiche Höhe gebracht und an den einander zugekehrten Seiten mit einem horizontal liegenden Wulst von Klebwachs versehen. Beide Gewichte werden nach entgegengesetzten Seiten um

gleiche Strecken zurückgenommen und daselbst durch zwei von den drei in Fig. 3 abgebildeten und hinter einander geschalteten horizontalliegenden Elektromagneten festgehalten. Nach Unterbrechung des Stromes fallen die beiden Gewichte gegen einander und kommen zur Ruhe.

$$m_1 = m_2, v_1 = v_2, \text{ mithin } m_1 v_1 = m_2 v_2.$$

b) Das eine 200-Grammstück wird durch ein 400-Grammstück ersetzt, die Mitten der Gewichte werden wieder auf gleiche Höhe gebracht, das 400-Grammstück wird um eine halb so grosse Strecke zurückgenommen wie das 200-Grammstück. Wiederum tritt beim Zusammenstoss der Massen Ruhe ein.

$$m_2 = 2 m_1, v_2 = \frac{1}{2} v_1, \text{ mithin } m_2 v_2 = m_1 v_1.$$

c) Der entsprechende Versuch mit 600 g und 200 g.

d) Versuche mit gleichen Gewichten, aber ungleichen Ausschlagswinkeln. Nach dem Zusammenstoss bewegen sich beide Massen in der Bewegungsrichtung des Gewichtes mit der grösseren Amplitude.

2. Versuch. Parallelogramm der Stosskräfte. Die Anordnung des Versuchs ist aus Fig. 3 ersichtlich. Der aus Weissblech gefertigte Ring hat einen Durchmesser von 15 cm. Die drei den Ring tragenden Fäden bestehen aus einem zusammenhängenden Stücke, das frei durch zwei der Löcher in dem Ringe hindurchgeht und erst unmittelbar hinter dem dritten in einem Knoten endigt. Dadurch ist die Horizontalstellung des Ringes sehr erleichtert. Die Winkel zwischen den drei Stosskräften sind 100° , 120° , 140° . Als Massen dienen drei an den Fäden d_2 , g und h (Fig. 2) aufgehängte 200-Grammstücke. Die Gewichtstücke, deren Mitten mit dem Ringe in ein gleiches Niveau gebracht sind, werden in den auf der Grundplatte ebenfalls vorgezeichneten Richtungen $f'd_2$, fg und fh , wie Fig. 3

zeigt, zurückgenommen. In dieser Lage werden sie durch drei in einen Stromkreis geschaltete Elektromagnete festgehalten. Nach der Unterbrechung des Stromes treffen die mit Klebwachs auf der dem Ring zugekehrten Seite versehenen Gewichte gleichzeitig den Ring in unelastischem Stoss und ihre Bewegungen heben sich, wenn die Winkel, um welche sie zurückgenommen waren, den Seiten und der Diagonale eines

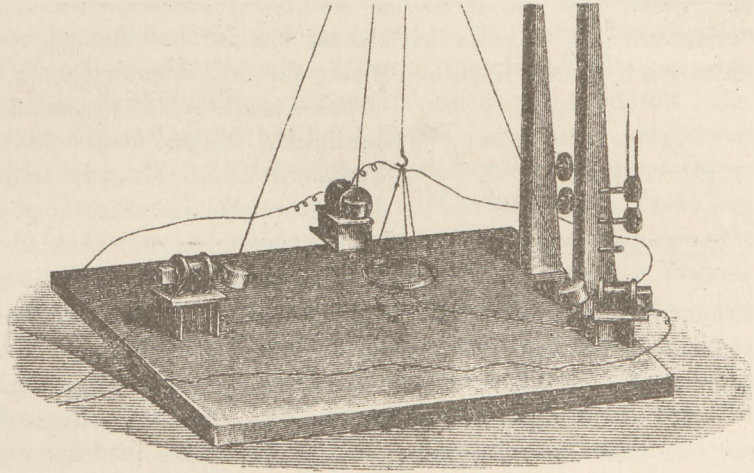


Fig. 3.

Parallelogramms entsprechen, vollständig auf. Ändert man dagegen den Ausschlagswinkel eines der drei Pendel oder nimmt man gar ein Pendel vollständig heraus, so bewegt sich das ganze System in der Schwingungsebene dieses Pendels.

3. Versuch. Zusammensetzung paralleler Stosskräfte. An dem Faden cc' (Fig. 2) wird bifilar ein 42 cm langes Lineal aufgehängt, so dass es mit seiner unteren Längskante horizontal einige Centimeter über der Grundplatte des Apparates schwebt. An Faden d_1 werden 200 g, an d_2 400 g und an i 600 g aufgehängt, so dass drei Pendel von gleicher Länge entstehen. Die Gewichte, welche in der Ruhelage das Lineal berühren, werden um gleiche Strecken, das 600-Grammstück in entgegengesetzter Richtung als die beiden anderen, von dem Lineal zurückgenommen und wie in den früheren Versuchen durch Elektromagnete festgehalten. Nach Unterbrechung des Stromes treffen die in halber Höhe mit Klebwachs versehenen Gewichte gleichzeitig das Lineal und kommen daselbst zur Ruhe. Wird das in i angehängte Gewicht von 600 g um eine kürzere oder längere Strecke als die anderen Gewichte zurückgenommen, so macht das ganze System nach dem Zusammenstoss eine Bewegung, welche der Resultierenden aus den drei Kräften entspricht. Das Lineal bewegt sich dabei parallel zu sich selbst. Wird dagegen der Ausschlagswinkel der in d_1 oder d_2 aufgehängten Masse geändert, so macht das Lineal eine drehende Bewegung.

4. Versuch. Stosskräfte am Hebel. Auf der Mitte eines quadratischen Stückes Zinkblech steht die Axe des in einer wagerechten Ebene drehbaren Hebels. Sie wird auf der Grundplatte des Apparates senkrecht unter k (Fig. 2) aufgestellt. Die Axe wird durch einen Ring umfasst und durch einen Eisenstab in einen festen Abstand von den Messingsäulen gebracht. Der gegen 42 cm lange Hebel wird senkrecht unter die Verbindungslinie von c und c' gestellt. Die Pendelschnüre werden über die Punkte d_1 , d_2 , d_3 oder d_6 geführt.

5. Versuch. Zerlegung einer Stosskraft, messender Versuch über die Reaktion. An den Fäden aa' und bb' wird die 200 g schwere eiserne Platte (Fig. 4) wagerecht aufgehängt. Durch einen besonderen Versuch wird gezeigt, dass bei diesem an vier Fäden aufgehängten und Pendelschwingungen vollführenden Körper als Pendellänge nur die Länge des Fadens vom Aufhängepunkte bis

zu seiner Befestigung an der Eisenplatte gilt. Die eiserne Platte wird an der unter bb' befindlichen Schmalseite mit einem Wulst von Klebwachs versehen, an den Wulst wird ein Streifen Zinkblech geklebt. Das Zinkblech wird an der Vorderseite mit Vaseline bestrichen, um die Reibung zu vermindern. Die Eisenplatte wird in der Richtung d_3f um eine beliebige Strecke x zurückgenommen und

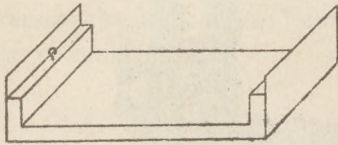


Fig. 4.

durch einen Elektromagneten festgehalten. Als zweite pendelnde Masse dient ein 200-Grammstück am Faden d_3 . Dieses Gewicht wird in einer um 45° von d_2d_3 abweichenden Richtung um die Strecke $x/\sqrt{2}$ zurückgenommen und ebenfalls durch einen Elektromagneten festgehalten. Nach der Unterbrechung des Stromes treffen beide Massen auf einander, die eiserne Platte kommt durch den Zusammenstoß zur Ruhe, während das 200-Grammgewicht an dem mit Vaseline bestrichenen Zinkblech in der Richtung d_3d_4 entlang gleitet.

Abänderungen des Versuches sind, dass die eiserne Platte durch Auflegen von 200 oder 400 g beschwert wird. Die Platte wird dann um $\frac{1}{2}x$ oder $\frac{1}{3}x$ zurückgenommen.

Über die Berücksichtigung der Diffusion des Lichtes im physikalischen Unterricht an Mittelschulen.

Von

Professor J. Dechant in Wien.

(Auszug aus einem in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Section der 42. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner in Wien gehaltenen Experimentalvortrage.)

Die Diffusion des Lichtes spielt schon in den ersten Stunden des optischen Unterrichtes eine wichtige Rolle als experimentelles Hilfsmittel, indem wir durch dieselbe den Gang der Lichtstrahlen zur Anschauung bringen können. Insbesondere zeichnen sich rauhe, weisse Flächen durch ihre grosse Diffusionsfähigkeit aus und erscheinen daher als vorzüglich geeignet, selbst wenig intensive Lichtstrahlen in ihrem Verlaufe sichtbar zu machen. Dies zeigt sich an einem von dem Verfasser zusammengestellten Reflexions- und Brechungsapparat (vgl. *d. Zeitschr.* VI 269), der auf den nämlichen Prinzipien beruht, wie die schon früher in dieser Zeitschrift (II 62, 87, vgl. auch dieses Heft S. 108) beschriebenen Apparate von Rosenberg, Le Conte Stevens und Szymański. Dieses Unterrichtsmittel verdient wegen seiner Anschaulichkeit und Bequemlichkeit allgemeine Verbreitung.

Die Diffusion des Lichtes ist ferner bei der Erklärung der Farben der Körper zu berücksichtigen. — Gewöhnlich werden nach Besprechung der Farbenunterschiede der Körper im durchgelassenen Lichte, deren Ursache in der Verschiedenheit der Absorption des Lichtes gelegen ist, die Farbenunterschiede im reflektierten Lichte behandelt. Hierbei sollte zunächst stets der Unterschied des metallischen und nichtmetallischen Aussehens erwähnt und besonders betont werden, dass Körper mit nichtmetallischem Aussehen von der Oberfläche nur weisses Licht spiegeln. Zeigen sie im reflektierten Lichte eine Farbe, so wird diese durch Licht bewirkt, welches aus dem Innern des Körpers kommt, das also entweder an der rückwärtigen Begrenzungsfläche reflektiert oder im Innern des Körpers diffundiert worden ist. Diese Diffusion wird entweder durch Unregelmässigkeiten in der Krystallisation oder Dichte oder am häufigsten durch Bei-

mengung kleiner Teilchen einer andern Substanz bewirkt. Die Ursache der Farbe bleibt auch hier die Absorption, indem ja dieses diffundierte Licht gewisse Wegstrecken in dem betreffenden Mittel zurücklegt. Allein der Farbenton wird um so heller und minder gesättigt sein, je ungleichartiger das Mittel ist; denn in diesem Falle empfängt das Auge eine grössere Menge diffundierten Lichtes, das aber durchschnittlich nur kürzere Wegstrecken im Körper zurückgelegt hat. Ein passendes Beispiel hierfür bietet der Wechsel der Farbe, welchen die Gewässer in der Natur je nach der Menge der in denselben schwebenden Teilchen zeigen.

Die Diffusion kann aber bei hinreichender Kleinheit der Teilchen auch Veranlassung zum Auftreten selbständiger Farbenercheinungen sein. — Wenn man von einer alkoholischen Harzlösung einige Tropfen in Wasser schüttet, das man durch Umrühren in Bewegung hält, so werden dadurch bekanntlich Harzteilchen in so feiner Verteilung ausgeschieden, dass man sie selbst mit dem Mikroskope nicht wahrnehmen kann. Allein sie geben zu der Erscheinung Veranlassung, dass ringsherum blaues Licht diffundiert wird, dessen Farbenton mit zunehmender Trübung immer weisslicher wird. — Im durchgehenden Lichte überwiegen naturgemäss die gelben Strahlen. Man kann dies zweckmässig in objektiver Weise zur Anschauung bringen, indem man einen intensiven Lichtkegel durch ein mit solcher getrübtter Flüssigkeit gefülltes planparalleles Gefäss leitet und dann denselben auf einen weissen Schirm fallen lässt. Es zeigen sich dort, wenn man die Trübung allmählich steigert, herrliche gelbe, orangefarbene bis rote Farbentöne, die unmittelbar an jene erinnern, welche die untergehende Sonne hervorruft, wenn ihre Strahlen weisse Flächen, als Firnfelder, Kalkfelsen u. s. w. treffen.

Bei der Erklärung dieser Erscheinung ist zunächst hervorzuheben, dass die Farbentöne im durchfallenden Lichte keineswegs durch Absorption hervorgerufen werden. Es wird kein Licht als solches vernichtet und etwa in Wärme verwandelt, sondern was im durchgelassenen Lichte fehlt, ist eben zerstreut worden, wie man auch deutlich an der Erhellung des Experimentierraumes wahrnehmen kann. — Man wird die Schüler der Oberstufe erinnern, dass die verschiedenen Lichtsorten, aus denen das weisse Licht zusammengesetzt ist, sich nicht nur in ihren Wellenlängen, sondern auch, wie sich aus ihren Wärmewirkungen folgern lässt, in ihren Amplituden bedeutend unterscheiden. Die roten sind langwellige Strahlen mit grosser Amplitude, die blauen kurzwellige mit kleinerer Amplitude. — Da ferner die diffundierenden Teilchen noch kleiner als die Wellenlängen des Lichtes sind, wie man aus der mikroskopischen Beobachtung schliessen kann, so ist diese Diffusion nicht mehr wie eine gewöhnliche Reflexion aufzufassen, sondern es bildet jedes störende Teilchen, ähnlich wie bei der Beugung, den Ausgangspunkt einer Wellenbewegung nach allen Richtungen. Wenn nun hierbei von jeder Lichtsorte derselbe Betrag diffundiert wird, so giebt dies bei den blauen Strahlen mit ihren kleineren Amplituden verhältnismässig mehr aus, als bei den roten; das ursprüngliche Verhältnis der Lichtstärken, aus denen das weisse Licht zusammengesetzt ist, ist gestört, und es überwiegen daher im durchgehenden Lichte die gelben Farbentöne, während im reflektierten Blau vorherrschend ist. Der bekannte Vergleich mit den verschiedenen grossen Wasserwellen, die an hervorragenden Felsenriffen in verschiedenem Grade zerschellen, wird die gegebene Erläuterung noch klarer machen.

Diese Grunderscheinung über trübe Medien, die auch unter dem Namen

des Götheschen Urphänomens bekannt ist und nach Stokes passend als Opalescenz in Analogie mit Fluorescenz bezeichnet wird, sollte in keinem Lehrbuche der Physik für die Oberklassen der Mittelschulen fehlen; denn es vermag dieselbe nicht nur eine Reihe ganz gewöhnlicher und bekannter Farbenercheinungen, wie sie verdünnte Milch, Milchglas, Opal, trockener Rauch, Seifenlösungen etc. zeigen, zu erklären, sondern sie giebt auch einen Fingerzeig zum Verständnis zweier der herrlichsten optischen Naturphänomene, nämlich der blauen Farbe der Luft und der Morgen- und Abendröte.

Die letztere Erscheinung hat unbestritten darin ihren Grund, dass die Luft infolge sehr kleiner schwebender Teilchen, als Wasserkügelchen und Staubteilchen organischen und unorganischen Ursprungs, wie ein trübes Mittel wirkt und daher die langwelligen Strahlen überwiegend durchlässt. Dass die dadurch bewirkten gelben bis roten Färbungen nur bei tiefem Stande der Sonne auftreten, wird sofort klar durch den Hinweis, dass in diesem Falle der Weg des Sonnenlichtes durch die Atmosphäre nicht nur überhaupt länger ist als bei hohem Stande, sondern dass gerade der Weg durch die untersten und am meisten getrübten Schichten am längsten ist. So wird sich der Schüler leicht selbst ausrechnen können, dass die unterste Schichte von einer Dicke von 1 km durch die horizontalen Sonnenstrahlen auf einem Wege von 113 km durchstrahlt wird.

Aber auch die blaue Farbe der Luft wird vorwiegend als Diffusionserscheinung angesehen. Ohne Zweifel ist die Diffusion an schwebenden Teilchen die Ursache der verschiedenen Färbung der Luft in den unteren Schichten. So sehen wir ja ferne Berge bald in zartem blauen Duft, bald erscheinen sie mehr weisslich, bald wieder ganz nackt, so dass wir alle Einzelheiten auf denselben erkennen, je nach der Menge und Grösse der schwebenden Teilchen. Es widerstreitet aber auch keine Thatsache der Annahme, dass die blaue Farbe der oberen Luftschichten dieselbe Ursache habe. Nur müssen wir uns dort die Licht zerstreuernden Teilchen noch viel feiner denken¹⁾.

Endlich kann man mit Hilfe der Diffusion durch einen einfachen, der objektiven Beobachtung zugänglichen Versuch die Lage der Schwingungsebene des polarisierten Lichtes ersichtlich machen. Die Idee, aus der polarisierenden Wirkung der Diffusion auf die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes zu schliessen, rührt schon von Ångström her (*Pogg. Ann.* 90, 1853) und wurde seitdem von mehreren Physikern wieder betont. Der Gedankengang ist in einer für Mittelschüler berechneten Darstellungsweise folgender:

Ein polarisierter Lichtstrahl, dessen Schwingungen in der Tafelenebene vor sich gehen mögen, treffe auf ein lichtzerstreuerndes Teilchen, so dass von hier aus eine seitliche Ausbreitung der Wellenbewegung stattfinde. Für eine Richtung senkrecht zum Lichtstrahl in der Tafelenebene erfolgen die Schwingungen longitudinal. Nach dieser Richtung wird daher kein Licht sich ausbreiten; denn longitudinale Schwingungen des Äthers werden nicht als Licht wahrgenommen. Für eine Richtung, die auf der Tafelenebene senkrecht steht, erfolgen die Schwingungen normal. Nach dieser Richtung wird sich das Licht mit dem Maximum der Amplitude ausbreiten. Für irgend eine dazwischen gelegene Richtung findet die Ausbreitung mit jener Componente der maximalen Amplitude statt, welche auf dieser Richtung senkrecht steht. Demnach ist die Schwingungsebene dadurch erkenntlich,

¹⁾ Näheres hierüber hat der Verfasser in den Programmabhandlungen des Staatsgymnasiums in Bozen 1877 und der Staatsoberrealschule im II. Wiener Bezirke 1882 veröffentlicht.

dass in derselben normal zum einfallenden Strahle das Licht mit dem Minimum der Intensität zerstreut wird.

Zur Anstellung des Versuches wird der aus der Projektionslampe hervorkommende Lichtkegel zuerst durch ein Nicolsches Prisma geleitet und dann durch eine Sammellinse so gut als möglich parallel gemacht. Dieser Lichtcylinder durchdringt dann eine durch Harzteilehen getrübe Wasserschicht, und eine zweite Linse erzeugt endlich ein Bild des Nicols auf einem Schirme. — Man wird nun rings um das Lichtbündel bei normaler Blickrichtung gegen dasselbe einen grossen Wechsel der Intensität des diffundierten Lichtes wahrnehmen. Oder bei fester Stellung des Auges wird man, wenn man den Polarisator dreht, bei einer gewissen Lage desselben ein Minimum beobachten. Die durch das Auge des Beobachters und durch den einfallenden Strahl gelegte Ebene giebt dann die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes an. Durch Vergleich derselben mit den Umrissen des Nicols wird man erkennen, dass die durch ein solches Prisma hindurchgelassenen Schwingungen parallel mit der kürzeren Diagonale der Basis desselben erfolgen. Damit ist auch die Schwingungsrichtung für jeden anderen Polarisator gegeben.

Wenn nun auch im Mittelschulunterricht selten die zur Anstellung dieses Versuches nötige Zeit vorhanden sein wird, so sollte man dort wenigstens auf Grund des vorausgegangenen und der neueren Arbeiten von Lommel und Wiener die Lage der Schwingungsebene als feststehend ansehen und auf die Einführung des Begriffes der „Polarisationsebene“ verzichten. Es dürfte anschaulicher sein, den Polarisationszustand eines Strahles durch Angabe der Schwingungsebene des Lichtes festzustellen, als durch Angabe der Polarisationsebene. Es wird demnach genügen zu sagen: Das durch Reflexion an nichtmetallischen Substanzen erhaltene Licht schwingt vorwiegend oder gänzlich senkrecht zur Einfallsebene, das gebrochene hingegen vorwiegend in der Einfallsebene. Bei der doppelten Brechung erfolgen die Schwingungen des ordentlich gebrochenen Strahles senkrecht zum Hauptschnitte, die des ausserordentlich gebrochenen im Hauptschnitte.

Nach demselben Prinzipie wie bei dem früheren Versuche kann durch ein von Lallemand herrührendes Verfahren die Drehung der Schwingungsebene in gewissen Substanzen unmittelbar zur Anschauung gebracht werden. Leitet man nämlich einen polarisierten Lichtcylinder durch eine mehr als 50%ige, etwas getrübe Zuckerlösung, die sich in einer ca. 40 cm langen, mit Glasplatten verschlossenen Röhre befindet, so wird man bei Anwendung rothen Lichtes wahrnehmen, wie sich das Minimum des diffundierten Lichtes spiralig längs des Lichtbündels verschiebt. Bei blauem Lichte rücken natürlich die dunklen Spiralen enger aneinander. Verwendet man weisses Licht, so werden sich daher längs der Röhre wechselnde Mischfarben zeigen, bei denen auch wieder die spiralige Anordnung bemerkbar ist.

Das Induktorium.

Von

Professor W. Weiler in Esslingen.

Soweit dem Verfasser bekannt, sind in der Konstruktion der Induktorien keine oder nur wenige, unwesentliche Aenderungen vorgenommen worden. Die Induktorien bestehen aus den Induktionsrollen, die aus dem primären und sekundären Gewinde, den eingeschlossener Bündeln aus dünnen, weichen, asphaltierten Eisendrähten gebildet sind,

aus den Unterbrechern, die gewöhnlich mit Platin, bei grösseren Apparaten aber mit Quecksilber hergestellt sind und aus den Condensatoren, die aus isolierten Stanniolblättern zusammengesetzt werden. Fig. 1.

Nicht am günstigsten gewählt ist zunächst die Form der Eisenbündel. Denn wenn ein Körper¹⁾ in ein magnetisches Feld gebracht wird, so hängt der Grad, bis zu dem er magnetisiert wird, nicht allein von der ursprünglichen Feldstärke und der Durchlässigkeit (Permeabilität) des Stoffes ab, sondern auch von seiner Form. Dies rührt daher, dass der Körper, wenn er magnetisiert wird, gewöhnlich das Feld ändert. Der freie Magnetismus, der durch die Magnetisierung des Körpers entsteht, erzeugt nämlich eine magnetische Kraft und bewirkt so, dass die resultierende Kraft in jedem Punkte inner-

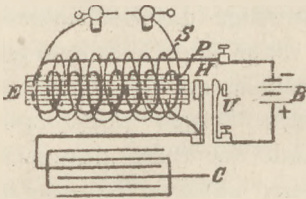


Fig. 1.

halb oder ausserhalb des Körpers merkbar geändert wird. Die Rückwirkung des Stabes auf das ursprüngliche Feld sucht die magnetisierende Kraft für innere Punkte zu verkleinern, also ist die Wirkung an verschiedenen Punkten der Länge verschieden. Sie ist in der Mitte am kleinsten, deshalb ist dort die magnetische Kraft und folglich auch die Induktion am grössten und in der Nähe der Enden kleiner. Wenn der Stab im Vergleich zu seiner Breite

und Dicke lang ist, so ist die Wirkung seines freien Magnetismus, die das magnetische Feld verkleinert, geringer, als wenn der Stab kurz ist. Die magnetische Induktion ist folglich in einem langen Stab grösser als in einem kurzen von derselben Dicke und Breite, wenn die ursprüngliche Feldstärke und Durchlässigkeit

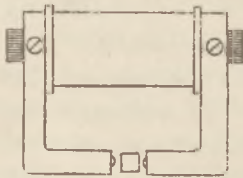


Fig. 2.



Fig. 3.

der Stoffe in beiden Fällen dieselben sind. Wird ein sehr langer Stab derart in ein gleichförmiges Feld gebracht, dass die Kraftlinien seiner Längsrichtung parallel sind, so ist der Einfluss der Enden fast unmerkbar. Die Magnetisierung ist im ganzen mittleren Teil annähernd gleichförmig, fällt aber gegen die Enden hin ab. Diese Verlängerung des Eisenkernes lässt sich in Induktorien auf verschiedene Arten erreichen.

In Fig. 2 ist der Kern aus weichen Eisendrähnen in zwei weiche, rechtwinklig umgebogene Eisenstäbe mittelst Schrauben befestigt; in dem engen Raum zwischen diesen Bügeln schwingt der Unterbrechungshammer.

In Fig. 3 ist das Bündel durch dünne, lackierte Eisenbleche ersetzt und die Bügel werden durch Schrauben an dieses Bündel befestigt; nur hat bei dieser Anordnung die Induktionsrolle nicht mehr den kreisförmigen Querschnitt.

Wenn man nach A. Oberbeck auf einen Eisenring (Fig. 4) zwei Rollen windet, eine dickdrahtige mit wenig Windungen und eine dünn Drahtige mit vielen Windungen und letztere so, dass sie auf dem Ring verschoben werden kann, auch über die primäre Rolle, und mittels eines Stromwenders den von der Batterie kommenden Strom umkehrt, also in Wechselströme umwandelt, so zeigt das Galvanometer durch seine Ausschläge bei gleichbleibender Stromstärke nur geringe Unterschiede, ob die dünn Drahtige oder sekundäre Rolle über der primären oder induzierenden Rolle

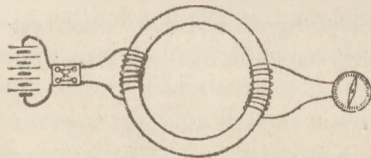


Fig. 4.

steht oder ihr gegenüber sich befindet. Die Induktionsströme werden somit hauptsächlich durch den wechselnden Magnetismus des Eisenringes erregt.

Auf diesem Versuche beruhen ja auch die Transformatoren, die stets nur geschlossenes Eisen besitzen und bei denen die Rollen teils übereinander, teils nebeneinander angebracht sind.

¹⁾ Ewing, Magnetische Induktion S. 20.

Wollte man also, wie dies bei diesen Induktorien geschieht, einen besondern Unterbrechungsapparat anwenden, so würde man deren Eisenkernen am vorteilhaftesten die Ringform geben, und es würde der Ring wie bei Dynamomaschinen aus weichen Eisendrähten oder weichen Eisenbändern gewunden.

Statt der Kreisform könnte man, da gerade Rollen besser zu wickeln sind, dem Eisenbündel dreieckige Form geben, auf den einen Schenkel des Dreiecks die primäre Rolle und auf die beiden anderen Schenkel die sekundären Rollen wickeln, die dann entweder einzeln oder hintereinander oder nebeneinander verbunden werden.

Wollte man 3 sekundäre Rollen zur Verfügung haben, so würde man den Eisenkern in quadratische Form biegen.

Man dürfte indes für gewöhnlich dem Apparat nach Fig. 5 den Vorzug geben.

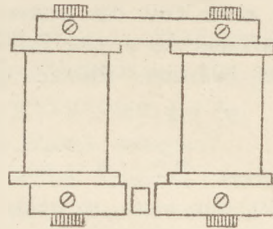


Fig. 5.

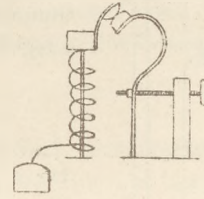


Fig. 6.

Das Hufeisen hat ein Joch mit rechteckigem Querschnitt, die beiden Schenkel sind wieder aus dünnen Eisendrähten gebildet, zwischen den Polschuhen schwingt der Hammer, die primäre oder induzierende Rolle ist über den einen Schenkel und die sekundäre oder Nebenrolle über den andern Schenkel geschoben.

Auch der Stromschluss mit Platinkontakt lässt sich verbessern. Fig. 6 deutet an, wie man den Kontakt in einen schleifenden umwandeln kann, man erreicht dadurch eine grössere Berührungsfäche, geringere Stromschwächung und stetes Reinbleiben der Platinplättchen.

Verhältnisse zu Fig. 5.

No.	Innere Länge der Rollen.	Durchmesser der Rollen.	Dicke der Rollen.	Kerndurchmesser.	Joch rechteckig.	Entfernungen zwischen den Kernmitten.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1.	25	22	3	6	6 × 12	30
2	50	38	5	12	9 × 20	50
3	75	62	8	15	12 × 25	80
4	100	75	12	25	20 × 36	100
5	115	112	20	30	25 × 47	150
6	200	162	25	38	30 × 56	200
7	250	175	32	50	38 × 84	250
8	300	200	38	62	50 × 110	300

Für die sekundären Rollen werden seideumspinnene Drähte von 0,10 bis 0,2 mm Durchmesser verwendet, für die grösseren Induktorien wählt man, um grössere Strommengen zu erhalten, die dickeren Drähte von 0,2 mm Durchmesser. Der Durchmesser des Drahtes der Hauptrolle hat sich nach der Batterie zu ändern, die Widerstände nämlich der Hauptrolle und der Batterie sollen annähernd gleich sein. Man gebraucht gewöhnlich Drähte von 1 mm bis 4 mm Durchmesser in zwei bis vier Lagen.

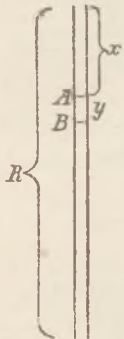
Die Anzahl der Volt der Nebenrolle erhält man annähernd, wenn man die in Volt gemessene Spannung des Stromes in der Hauptrolle mit der Anzahl der Windungen der Nebenrolle multipliziert.

Physikalische Aufgaben.

8. Ein cylindrischer Stechheber von der Länge R sei durch Eintauchen oder Eingiessen bis A mit Wasser gefüllt, so dass die Höhe der Wassersäule $R - x$ und die der Luftschicht x betrage. Man schliesse die obere Öffnung und öffne die untere; das

Wasser sinkt hierbei bis zum Punkt *B* um den Betrag *y*. In welcher Weise hängt *x* von *y* ab?

Auflösung: Wir bezeichnen die Höhe der Wassersäule, die an dem betreffenden Orte dem Atmosphärendrucke das Gleichgewicht hält, mit *a*. Dann haben wir folgende Bedingungsgleichung:



$$\frac{x}{x+y} + \frac{R - (x+y)}{a} = 1,$$

wobei der erste Teil der linken Seite der Gleichung den Druck der verdünnten Luft und der zweite Teil den Druck der Wassersäule (in Atmosphären ausgedrückt) bedeutet. Hieraus erhält man:

$$y^2 + y(2x + a - R) + x^2 - Rx = 0 \quad \dots \quad (1)$$

$$y = -x - \frac{a-R}{2} \pm \sqrt{ax + \left(\frac{a-R}{2}\right)^2}$$

Da *y* positiv sein muss, so wählen wir das positive Zeichen vor der Wurzel. Da, sowohl für *x* = 0 als für *x* = *R*, *y* = 0 wird, dazwischen aber positiv ist, so muss es einen Wert von *x* geben, für welchen *y* ein Maximum ist.

Dieser Wert von *x* ist gegeben durch die Gleichung

$$y' = -1 + \frac{a}{2\sqrt{ax + \left(\frac{a-R}{2}\right)^2}} = 0,$$

oder

$$x_1 = \frac{R(2a - R)}{4} = \frac{R}{2} - \frac{R^2}{4a}.$$

Der dazu gehörige Wert von *y* ist

$$y_1 = \frac{R^2}{4a}.$$

Daraus folgt

$$x_1 + y_1 = \frac{R}{2}, \quad \dots \quad (2)$$

d. h. das Sinken des Niveaus im Stechheber ist am grössten, wenn das Wasser nachher auf der halben Höhe stehen bleibt.

Die Gleichung (2) kann man auch erhalten, indem man die Gleichung (1) differenziert:

$$2yy' + y'(2x + a - R) + 2y + 2x - R = 0.$$

Setzt man hierin *y'* = 0, so giebt das unmittelbar

$$2y_1 + 2x_1 - R = 0,$$

oder

$$x_1 + y_1 = \frac{R}{2}.$$

A. Heyer, Trogen.

9. Ein Magnetstab von der Länge *2r* ist drehbar an seinem Mittelpunkt aufgehängt. An der Vorderseite trägt er einen ebenen Spiegel, dem gegenüber im Abstände *d* vom Aufhängepunkt ein Fernrohr nebst Messlatte wie bei der Poggendorffschen Spiegelablesung aufgestellt ist. Welcher Teilstrich der Skala wird in dem auf den Mittelpunkt des Spiegels gerichteten Fernrohr erscheinen, wenn der Magnet sich um den Winkel *α* dreht?

Auflösung: Die Länge des zwischen diesem Teilstrich und dem Nullpunkte der Skala liegenden Teiles der Messlatte ist:

$$a = \frac{d \cdot (d \sin 2\alpha - 2r \sin \alpha)}{d \cos 2\alpha - r \cos \alpha}.$$

Will man den Winkel *α* aus *a*, *d* und *r* bestimmen, so erhält man eine Gleichung vierten Grades.

P. Otte, Potsdam.

Denkaufgaben.

10. Bei Eisenbahnrädern wird viel sorgfältiger auf regelmässiges Schmieren gesehen, als bei Rädern der Strassenfuhrwerke. Warum? (Die Reibung an den Achsen ist dort beträchtlich im Vergleiche zu der an der Fahrbahn, hier umgekehrt.) *E. Maiss, Wien.*

11. Ein von Wood im *Scientific American* (1892 April 9) als neues hydrostatisches Paradoxon beschriebenes Experiment besteht darin, dass ein Glastrichter in einer spezifisch leichteren Flüssigkeit schwimmt. In einen Glascylinder wird bis zu etwa $\frac{4}{5}$ der Höhe Wasser gegossen, dann ein Glastrichter so in das Wasser getaucht, dass er mit der leicht abgeschrägten unteren Öffnung auf dem Boden des Cylinders ruht. Giesst man nun Schwefelsäure in den Trichter, so verdrängt diese das Wasser aus demselben und sammelt sich unten im Cylinder. Der Trichter stellt sich aufrecht, steigt allmählich in die Höhe und schwimmt endlich frei im Wasser.

Zur Erklärung dient, dass die Flüssigkeit im Trichter erheblich tiefer steht als ansserhalb und dass die Ausflussöffnung des Trichters von der schwereren Schwefelsäure umgeben ist.

12. Wie lässt sich mit einem Siebe Wasser schöpfen?

Andeutung: Wasser fiesst durch ein Sieb hindurch, wenn der Stoff, aus welchem das Sieb gemacht ist, von Wasser benetzt wird. Taucht man ein Sieb, welches aus einem Stück Kupferdraht-Gaze mit ungefähr 1 mm weiten Maschen hergestellt ist, in geschmolzenes Paraffin und schleudert man beim Herausnehmen das heisse Paraffin wieder aus den Maschen heraus, so überziehen sich die Drähte des Siebes mit Paraffin, das nicht von Wasser benetzt wird. Giesst man nun in das Sieb vorsichtig Wasser hinein, so verhindern die in den Maschen sich bildenden Wasserhäutchen das Ausfliessen des Wassers. (*Boys, Soap Bubbles S. 20 u. 136.*) Man kann auch aus sehr engmaschiger Messingdraht-Gaze einen Cylinder herstellen und ihn einige Stunden in Wasser legen. Hebt man ihn dann geschickt heraus, so bleibt das Wasser darin. (*O'Conor Sloane, Home Experiments in Science S. 149.*)

13. Befestige auf Glas zwei Polklemmen in 6 bis 8 cm Entfernung, siebe dazwischen durch ein feines Sieb Hanffasern von 2 bis 3 mm Länge und verbinde die Polklemmen mit den Elektroden einer Influenzmaschine. Beim Antreiben der Maschine ordnen sich die Hanffäserchen sofort in der Form der Kraftlinien. Erkläre nun, warum sich die Fasern gerade in solchen Formen gegen einander legen und zeichne eine Kurve.

Anleitung. Denke an die Kurven der Eisenfeile, die über einen Magneten gesiebt wird, und construiere nach dem Fernwirkungsgesetz für ein Teilchen z. B. ein positives.

14. Erkläre, wie es kommt, dass bei einer elektrischen Maschine an den Aufgestellen der Bürsten, also an den Punkten, an denen kein Strom entsteht, der eine Punkt das Potential Null und der andere das höchste Potential hat und zeichne die Spannungskurve.

Anleitung. Construiere die Sinuskurven und aus diesen die Spannungskurve; trage sie auf einen Cylindermantel auf. *W. Weiler, Esslingen.*

Kleine Mitteilungen.

Versuche über Tropfenbildung in objektiver Darstellung.

Von Prof. Dr. **Walter König** in Frankfurt a. M.

(Mitteilung aus dem Institut des Physikalischen Vereins.)

Bei Gelegenheit eines Vortrages über gewisse Kapillarercheinungen hatte ich den Wunsch, die eigentümliche, zuerst von LENARD photographisch fixierte Art der Tropfenbildung und -loslösung (*Wied. Ann. 30, 209-243, 1887*) meinen Hörern objektiv mit Hilfe einer elektrischen Projektionslampe vorzuführen. Der Weg, auf dem sich diese Absicht hat verwirklichen lassen, dürfte vielleicht einiges Interesse darbieten. Zwei Möglichkeiten lagen vor. Die eine bestand darin, die Bildung der Tropfen und die Geschwindigkeit ihres Abfallens derart zu verlangsamen, dass man den Prozess bequem mit dem Auge verfolgen kann. Dies liess sich sehr einfach dadurch erreichen, dass man die Tropfen sich nicht in Luft bilden liess, sondern in einer Flüssigkeit, die sich mit der Tropfen-Flüssigkeit nicht mischt, und etwas leichter als diese ist. Als Tropfen-Flüssigkeit dient Wasser. Die Abtropf-Vorrichtung kann bei diesen qualitativen

Versuchen einfacher sein als die von LENARD benutzte. Ein kurzes Stück einer Kapillare von passender Weite ist in ein weiteres Glasrohr eingekittet; dieses steht durch einen Gummischlauch mit einem zweiten kurzen Glasrohr in Verbindung, das in den sichtlichen Tubulus einer grösseren Flasche eingesetzt ist. Letztere enthält das Wasser, dessen Abfluss aus den Kapillaren einfach durch Heben oder Senken der Flasche geregelt wird. Das Ende der Kapillare wird nach LENARDScher Angabe zweckmässig mit Seidenpapier umwickelt (*a. a. O. S. 214*). Füllt man Öl in einen schmalen Glastrog mit parallelen Wänden, und bringt die Abflussöffnung unter die Öloberfläche, so kann man den Vorgang des Abtropfens bei hinreichend langsamem Zufluss deutlich verfolgen. Man sieht das Hervorquellen des Tropfens, die allmähliche Einschnürung, die Bildung des fadenförmigen Ligamentes, das dem Augenblick der Loslösung unmittelbar vorhergeht, und dann die Zusammenziehung dieses Ligamentes zu den kleinen Zwischentropfen. Eine merkbare periodische Gestaltsänderung des Tropfens nach der Loslösung kommt freilich unter den veränderten Bedingungen dieses Versuches nicht zu stande.

Die andere Möglichkeit bestand in der Anwendung kurz dauernder Beleuchtung, um den Prozess der Tropfenbildung in Luft in einer bestimmten Phase sichtbar zu machen. Da der Tropfen mit starker Vergrößerung projiziert werden sollte, konnte der Induktionsfunke, wie ihn LENARD benutzt hatte, nicht gut verwendet werden. Es wurde vielmehr die Projektion in der gewöhnlichen Weise mit der elektrischen Lampe bewirkt, und in den Gang der Strahlen an ihrer engsten Stelle ein Apparat folgender Art eingeschaltet. Von einem Metronom wurde der Boden herausgenommen, und an das Bleigewicht des Pendels mit festem Wachs ein Streifen dicken Cartonpapiers als Verlängerung des Pendels nach unten hin angeklebt. Dieser Streifen trug an seinem unteren Ende, aus demselben Carton herausgeschnitten, einen als Kreisbogen mit der Pendelaxe als Centrum gestalteten Bügel von 3 cm Breite. In der Mitte dieses Bügels befand sich ein rundes Loch von 1,5 cm Durchmesser. Das Metronom war so aufgestellt, dass in der Ruhelage des Pendels die Strahlen der Projektionslampe genau durch das Loch hindurchgingen. Unmittelbar dahinter passierten sie ein zweites Loch in einem feststehenden Schirm. War das Pendel in Schwingung, so verdeckte der Bügel das zweite Loch und nur während des kurzen Vorüberganges des ersten Loches vor dem zweiten konnte das Licht passieren. Regelte man den Tropfenfall so, dass er mit dem Gange des Metronoms in sehr naher Übereinstimmung war, und nur wenig schneller erfolgte, so sah man in den kurz aufleuchtenden Bildern den Prozess der Tropfenbildung scheinbar ganz langsam sich vollziehen. Die Beleuchtung war kurz genug, um die Bildung des Ligamentes und des kleinen Zwischentropfens noch wahrnehmen zu können, aber nicht kurz genug, um noch deutliche Bilder des Tropfens zu zeigen, sobald er in die Fallbewegung überging. Um die Schwingungen des frei fallenden Tropfens zu zeigen, ist eine erheblich kürzere Belichtungsdauer erforderlich. Doch kann die beschriebene Art der objektiven Ausführung der stroboskopischen Methode vielleicht auch für andere Versuche anwendbar sein.

Ausführung des MACHschen Pendelversuches mit Hilfe zweier Metronome.

Von Professor Dr. **Walter König** in Frankfurt a. M.

(Mitteilung aus dem Institut des Physikalischen Vereins.)

MACH hat einen Apparat beschrieben (*Die Mechanik in Ihrer Entwicklung, S. 158*), der dazu dient, die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Schwerebeschleunigung zu erweisen. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem festen Pendel, das um eine feste Axe schwingt; letztere ist in einem um ein Scharnier drehbaren Rahmen befestigt, so dass sie auf beliebige Winkel mit der Lotlinie eingestellt werden kann. Bedeutet β den Winkel, um den die Axe aus ihrer wagerechten Lage gedreht ist, so kommt bei dieser Stellung nicht die ganze Schwerkraft g , sondern nur die Komponente $g \cos \beta$ für die Pendelschwingungen zur Wirkung. Da dieser Versuch zur vollständigen Demon-

stration der Pendelgesetze unentbehrlich ist, der MACHSche Apparat aber nach den Preisverzeichnissen 25 M kostet, so ist vielleicht der Hinweis willkommen, dass man ein Pendel der erforderlichen Art in jedem Metronom besitzt und mit einem solchen den Versuch ganz einfach in der Weise anstellen kann, dass man das Metronom auf die unter beliebigen Winkel zu neigende Fläche desjenigen Apparates setzt, den man zur Demonstration der Gesetze der schiefen Ebene anwendet, und der sich wohl in jeder Sammlung vorfindet. Sehr hübsch gestaltet sich die Ausführung des Versuchs, wenn man ein zweites Metronom, dessen gewöhnliche Stellung auf horizontaler Fläche man unverändert lässt, zur Hilfe nimmt und seine Schwingungsdauer jedesmal so abändert, dass sie gleich der des schräg gestellten Metronoms ist. Für solche Versuche haben die Metronome den Vorzug, dass sich ihre Schwingungsdauer abändern und auf bestimmte Werte einstellen lässt. Ich nenne N die Zahl der Metronomschläge in einer Minute, wenn das Metronom auf horizontaler Fläche steht, also diejenige Zahl, die auf der Metronomskala durch die Stellung des verschiebbaren Gewichtes angegeben wird. Stellt man das Metronom auf eine Fläche, die mit der Horizontalebene den Winkel α bildet, natürlich so, dass die Axe des Pendels senkrecht zur Schnittlinie der geneigten Fläche mit der horizontalen steht, so verlängert sich seine Schwingungsdauer im Verhältnis von 1 zu $1/\sqrt{\cos \alpha}$, also ist die Zahl der Schläge in einer Minute $n = N\sqrt{\cos \alpha}$. Auf diesen Wert hat man das zweite feststehende Metronom einzustellen, um Coinzidenz beider Instrumente zu erzielen. Sind beide Instrumente z. B. so eingestellt, dass sie auf horizontaler Fläche Sekunden schlagen, $N = 60$, so hat man für

$\alpha = 10^\circ$	20°	30°	40°	50°
$n = 59,55$	$58,17$	$55,95$	$52,50$	$48,10.$

Das Gesetz der Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Grösse der wirkenden Kraft lässt sich in dieser Weise sehr einfach und mit einer für Vorlesungszwecke hinreichenden Genauigkeit beweisen. Da ein Metronom 12 M kostet, so ist die Anschaffung zweier Metronome immerhin nicht teurer als die Anschaffung des MACHSchen Apparates. Dabei muss auch noch berücksichtigt werden, dass das Metronom überhaupt ein für viele Zwecke zu verwendender Apparat ist¹⁾, und dass sich auch mit zwei Metronomen noch mehr Versuche ausser dem oben beschriebenen anstellen lassen. So kann man in der Pendellehre die Methode der Coinzidenzen und ebenso in der Akustik das Zustandekommen der Schwebungen sehr gut mit Hilfe zweier Metronome demonstrieren.

Die barometrische Höhenformel.

Von K. Fuchs in PANCsoVA.

Wir setzen voraus, dass die Luft in allen Höhen dieselbe Zusammensetzung und dieselbe Temperatur hat. Dann wird sie immerhin in verschiedenen Höhen einen sehr verschiedenen Druck zeigen, dessen Betrag per m^2 man aus dem Barometerstand leicht berechnen kann.

Das Mariottesche Gesetz lautet:

$$\frac{p_1}{s_1} = \frac{p_2}{s_2} = q,$$

d. h. nimmt man in irgend einer Höhe einen m^3 Luft und misst den Druck p , den die Luft auf eine Seitenfläche, d. h. auf $1 m^2$ ausübt, und misst auch das Gewicht s des m^3 Luft und dividirt p durch s , dann erhält man immer denselben Quotienten q . Wenn die Luft trocken ist und $0^\circ C$ hat, dann ist $p = 10330 \text{ kg}$ und $s = 1,293 \text{ kg}$ und hieraus ergibt sich q etwa $= 7900$. Den genaueren Wert kann man übrigens aus dem Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur berechnen. Wenn man noch genauer vorgehen will, kann man auch in Rechnung ziehen, dass dieselbe Luftmasse in grösseren geographischen Breiten infolge der Abplattung und Rotation der Erde ein verschiedenes Gewicht hat. Genug,

¹⁾ Vgl. die vorübergehende Mitteilung.

der Wert q lässt sich sehr genau aus Feuchtigkeit, Temperatur und geographischer Breite berechnen.

Wenn q für eine gewisse Luft berechnet ist, können wir sofort für jeden Barometerstand das Gewicht von einem m^3 derselben Luft berechnen. Es ist nämlich $p = qs$ oder

$$s = \frac{p}{q} = pe,$$

wobei e für den obigen Wert von q gleich 0,000125 wird. Für den Zusammenhang von p und dem Barometerstand b gilt aber

$$\frac{b}{760} = \frac{p}{10330} \quad \text{oder} \quad p = 13,59 b.$$

Nun denken wir uns eine Luftsäule aus lauter m^3 aufgebaut. In einer beliebigen Höhe k sei der Luftdruck per m^2 gleich p . Um einen Meter höher ist der Luftdruck um das Gewicht eines m^3 Luft geringer. Dieses ist aber in unserer Höhe $s = pe$. Der Druck in der Höhe $k + 1$ ist also

$$p_1 = p - pe = p(1 - e).$$

Hieraus ersehen wir die auffallend einfache Regel: Wir rechnen einen beliebigen Luftdruck um einen Meter hinauf, indem wir den gegebenen Luftdruck mit der constanten Zahl

$$1 - e = 0,999875 = K$$

multiplizieren.

Für eine abermalige Erhebung um 1 m finden wir den Druck

$$p_2 = p_1 K = p K \cdot K = p K^2.$$

Der Druck für die Erhebung um h Meter ist also

$$p_h = p K^h.$$

Da die Drucke sich wie die Barometerstände verhalten, können wir schreiben

$$\frac{b_2}{b_1} = K^h \quad \log b_2 - \log b_1 = h \log K.$$

Hierbei ist

$$K = 1 - e = 1 - \frac{1}{q} = 1 - \frac{s}{p},$$

wo s das Gewicht von einem m^3 Luft und p deren Druck per m^2 bedeutet.

Vorlesungsversuch über die Einwirkung von Natrium auf Wasser.

Von Prof. Max Rosenfeld in Teschen.

Bekanntlich wird bei Vorlesungen die Reaktion zwischen Natrium und Wasser auf die Weise demonstriert, dass man entweder das Metall mittelst eines löffelförmig gebogenen Drahtnetzes unter Wasser taucht, oder einfach in einen mit Wasser gefüllten umgestürzten Glaszylinder aufsteigen lässt. In beiden Fällen können nur verhältnismässig geringe Mengen Wasserstoff dargestellt werden, weil bei der Einwirkung grösserer Mengen des Metalls auf Wasser, sowohl in offenen als auch in mit Wasser abgesperrten Gefässen, Explosionen auftreten. Ich hatte vielfach Gelegenheit, die Heftigkeit dieser Explosionen zu beobachten. So wurde mir einmal ein mit Wasser gefüllter Kübel aus Eisenblech wenige Sekunden nach dem Einwerfen von 12 g Natrium durch die erfolgte Explosion an einer Stelle aufgerissen und ein anderes mal ein starkwandiger zwei Liter fassender mit ausgekochtem Wasser gefüllter Glaszylinder beim Aufsteigen von blos 2 g Metall unter betäubendem Knall zum Teil in Staub verwandelt, zum Teil in kleine Scherben zertrümmert. Die Ausführung des Versuches ist daher nicht ganz gefahrlos und das Ergebnis aus dem Grunde nicht ganz klar, weil das entstehende Ätznatron nicht als fester Körper, sondern nur gelöst erhalten wird und weil ferner nicht die ganze Menge des angewandten Wassers an der Reaktion teilnimmt.

Ich habe nun gefunden, dass sich dieser Versuch unter gleichzeitiger Gewinnung von Wasserstoff und festem Ätznatron bei Anwendung beliebiger Quantitäten von Metall gänzlich gefahrlos ausführen lässt, wenn man das Wasser nicht im

flüssigen Zustande, sondern in Dampfform durch das Natrium auf die Weise zersetzen lässt, dass man über das Metall Wasserdampf leitet. Der Versuch verläuft dann so glatt, dass sich derselbe bei Anwendung eines Eisenschiffchens als Unterlage für das Natrium im Glasrohr ausführen lässt; zweckentsprechender verwendet man jedoch hierzu den in Fig. 1 abgebildeten Apparat, bestehend aus einem 4 cm breiten und 5 cm hohen Eisentiegel *a*, dessen Mündung durch eine auf den vorspringenden Rand *b* aufgeschliffene Eisenplatte *c* mit Hilfe eines mit Schraube *e* versehenen Bügels *d* luftdicht geschlossen wird; von den beiden Seitenröhren *f* und *g* dient die eine zum Einblasen von Wasserdampf, die andere zur Ableitung des Wasserstoffs. Wird die Einleitung von Wasserdampf nach Beendigung der Wasserstoffentwicklung rechtzeitig unterbrochen, so erhält man festes Ätznatron, welchem metallisches Eisen in fein verteilter Form beigemengt ist. Wahrscheinlich bildet sich bei der Reaktion zuerst eine Natrium-Eisenlegierung, welche sodann unter Abscheidung von Eisen zersetzt wird.

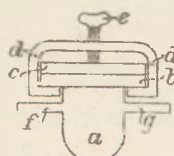


Fig. 1.

Die Anordnung des Versuches ist durch Fig. 2 ersichtlich gemacht und ich erwähne nochmals, dass die Ausführung des Versuches ohne Rücksicht auf die Menge des angewandten Natriums oder die Schnelligkeit des eingeleiteten Dampfstromes gänzlich gefahrlos ist. Bei Anwendung von 2 g Natrium erhält man fast genau 1 Liter Wasserstoff und nur wenig mehr als die theoretische Menge Natriumhydroxyd.

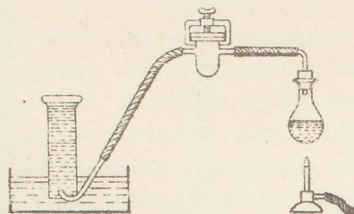


Fig. 2.

Den eisernen Zersetzungstiegel liefert in sehr schöner Ausführung Paul Böhme in Brünn.

Für die Praxis.

Absprengen von Glas. Von W. Weiler in Esslingen. Bekannt ist, dass man eine um die Glasröhre geschlungene Schnur so lange hin- und herzieht, bis die Röhre infolge der eingetretenen Erwärmung durch Auftröpfeln von Wasser entzweispriingt und dass man, um die Schnur auf derselben Stelle zu halten, dieselbe zwischen zwei Papierbäusche legt. (Vgl. *d. Zeitschr.* I 81.)

Bei dickeren Röhren und Flaschen kommt man aber auf diese Weise nur sehr langsam zum Ziel. Man kann dann seinen Zweck mit einem schwereren LötKolben erreichen, indem man denselben rotglühend auf den vorgezeichneten Kreidestrich hält. Da indes der erste Sprung zuweilen nicht unter der Kolbenschneide oder doch nicht in ihrer Richtung erfolgt, so feilt man eine Stelle mit glasharter Feile unter Benetzung mit einer Lösung von Kampfer in Terpentinöl ziemlich tief ein und setzt darin die Kolbenschneide auf; hat sich der erste Riss gebildet, so folgt derselbe leicht dem Kolben. Zu empfehlen ist es auch, ein Loch durch das Glas zu bohren und von diesem an einzufeilen.

Wo der nöthige Strom zur Verfügung steht, legt man einen Draht straff um die Flasche oder die Röhre, bringt ihn zum Glühen und tröpfelt dann Wasser auf. (Vgl. auch *d. Zeitschr.* III 216.) Statt des Stromes lässt sich die Weingeistlampe benutzen. Man legt einen Kupferdraht, dessen Dicke sich nach dem Durchmesser und der Wanddicke des Glases richtet, straff um die Röhre, schlägt die Enden übereinander oder bindet bei dickem Draht die abgebogenen Enden mit Bindendraht übereinander und erwärmt die vorstehenden Enden; man darf mit der Flamme allmählich ziemlich nahe an das Glas herankommen. Die nicht ganz gleichmässig abgesprungene Röhre schleift man auf nassem Sandstein eben oder feilt sie mit einer guten Feile unter Benetzung mit der Kampferlösung eben.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Versuch zur Bestimmung der spezifischen Wärme und des Atomgewichts der Metalle. Zur Demonstration des Dulong-Petitschen Gesetzes wendet VIKTOR MEYER ein anschauliches Verfahren an, welches in Heumanns Anleitung zum Experimentieren 2. Aufl. S. 43

kurz dargestellt ist. Dasselbe beruht auf demselben Prinzip wie das bereits von Hofmann (*Ber. d. d. chem. Ges.* 1882. S. 2672) angegebene, nämlich darauf, einerseits zwei gleich schwere Mengen von Blei und Zink, andererseits solche Mengen dieser Metalle, welche im Verhältnis ihrer Atomgewichte stehen, auf gleiche Temperatur zu erhitzen und die bei der Abkühlung abgegebenen Wärmemengen an zwei gleich konstruierten Thermometern zu messen. Beide Verfahren unterscheiden sich nur darin, dass nach dem Hofmannschen die erhitzten Metalle direkt in die doppelwandigen, hohlen, quecksilberhaltigen Gefässe der Thermometer eingesenkt werden, während nach dem Viktor Meyerschen Verfahren die Wärmemengen der Metalle an gleiche Quantitäten Wasser abgegeben, und deren Temperaturzunahmen durch zwei Luftthermometer weithin sichtbar gemacht werden. Da mir der Versuch von VIKTOR MEYER für den Schulunterricht geeigneter erscheint, so habe ich denselben wiederholt ausgeführt und die von Heumann nicht angegebenen Dimensionen der Metallmassen ermittelt. Ausserdem ist er insofern vereinfacht, als nur ein einziges Thermometer verwendet wird. Man ist dadurch der Mühe enthoben, sich zwei gleich funktionierende Thermometer anzufertigen.

In das Batterieglas *A* (Fig. 1), welches einen Durchmesser von 10 cm und eine Höhe von 20 cm hat und mit mehreren Schichten Watte umwickelt ist, werden 900 cm³ Wasser von der Temperatur der atmosphärischen Luft (20,2°) gebracht. Dann wird in dasselbe ein Luftthermometer eingesetzt und durch eine Klemme vertikal befestigt

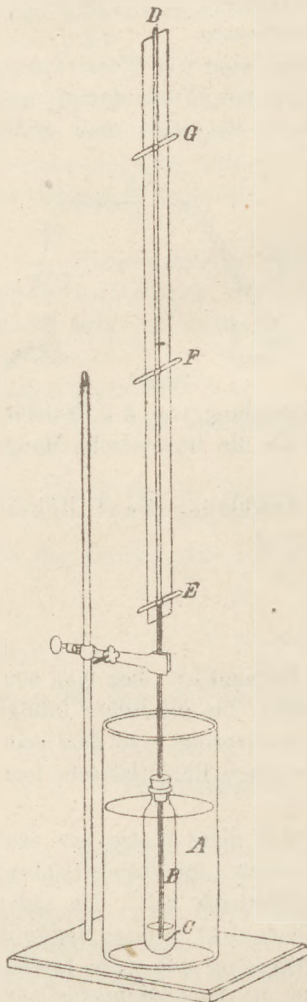


Fig. 1.

Das Gefäss *B* des Thermometers hat einen Durchmesser von 3 cm und eine Höhe von 12 cm, wobei der 2 cm lange Hals nicht eingeschlossen ist. Es enthält 15 cm³ Indigolösung. Nachdem durch Brunnenwasser das Gefäss *B* etwas abgekühlt ist, wird in dem Halse des letzteren eine 70 cm lange, mit einer Skala versehene Barometerröhre *CD* mittelst eines dicht schliessenden Pfropfens befestigt, und dieser so tief eingedrückt, dass der Flüssigkeitsfaden in der Röhre nach dem Ausgleich der Temperaturen bei *E*, also etwa 14 cm über dem Pfropfen, steht. Ehe die Skala angebracht wird, schiebt man über die Röhre drei schwarz lackierte, schleifende Zeiger, die 9 cm lang und 8 mm breit sind. Man stellt sie sich einfach in der Weise her, dass man zwei Streifen von Messingblech, die sich bis auf eine ringförmig gebogene mittlere Partie berühren, mittelst dazwischen gelegter Stanniolblättchen auf einander lötet. — Die beiden Metalle Blei und Zink haben, wie die Figur 2 angiebt, die Form eines dickwandigen, kurzen Hohlzylinders, der an der Längsseite mit einem 1 cm breiten Schlitz *OP* und auf der oberen Fläche mit einer ein-

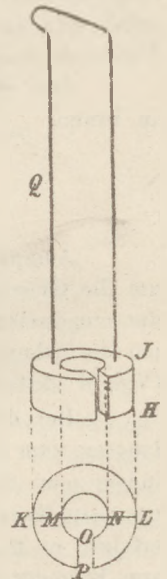


Fig. 2.

gegossenen Handhabe *Q* aus Kupferdraht versehen ist. Die Dimensionen und Gewichte dieser Cylinder¹⁾ sind in folgender Tabelle verzeichnet, in welcher auch die betreffenden Angaben über zwei andere zu einander passende, kleinere Cylinder von Blei und Aluminium zu finden sind.

Metall	Äusserer Durchmesser <i>KL</i>	Innerer Durchmesser <i>MN</i>	Höhe <i>JH</i>	Gewicht des Metalls	Gewicht der Handhabe
I. Grosser Bleicylinder	98 mm	45 mm	35 mm	2100 g	260 g Kupferdraht
II. Zinkeylinder	72 „	45 „	40 „	697 „	113 „ „
III. Kleiner Bleicylinder	62 „	46 „	43,5 „	697 „	112 „ „
IV. Aluminiumeylinder	62 „	46 „	27,5 „	107 „	5 „ Aluminiumdraht

Die Cylinder I und II werden nun, nachdem sie mit einer dünnen Vaselinschicht überzogen sind, einige Zeit in siedendem Wasser auf 100° erhitzt. Dann bringt man den Cylinder I schnell in das Gefäss *A* und bewegt ihn mittelst der Handhabe *Q* mehrere Male auf und ab, doch so, dass keine Luft in das Wasser hinabgerissen wird. Der Flüssigkeitsfaden steigt in der Thermometerröhre anfangs schnell, später langsamer und erreicht nach 10 Minuten seine Maximalhöhe *F*, die man durch einen zweiten Zeiger markiert. Die Länge *EF* beträgt 20 cm, und das Wasser ist, da ein eingesetztes Quecksilberthermometer 25,2° anzeigt um 5° erwärmt. Hierauf bringt man an die Stelle des Bleicylinders sofort den auf 100° erwärmten Zinkeylinder II. Der Flüssigkeitsfaden geht nach etwa 8 Minuten abermals um 20 cm, bis *G*, in die Höhe, und die Temperatur des Wassers nimmt wiederum um 5° zu. Führt man aber den Versuch mit den Cylindern II und III aus, deren Gewichte gleich sind, so steigt der Flüssigkeitsfaden infolge der von dem Bleicylinder III abgegebenen Wärmemenge nur um 6 cm. Bei Benutzung der Cylinder III und IV, deren Gewichtsmengen sich so verhalten, dass sie wie die Cylinder I und II gleiche Mengen Wärme abgeben, ist es, um grössere Steighöhen des Flüssigkeitsfadens zu erzielen, zu empfehlen, die Gefässe *A* und *B* durch kleinere und die Röhre *CD* durch eine engere zu ersetzen.

Aus den mit den Cylindern I und II erhaltenen Versuchsdaten ergeben sich für die spezifischen Wärmen und die Atomgewichte der Metalle Blei und Zink (die Atomwärme der Elemente = 6,4 gesetzt) folgende Werte:

Metall	von Regnault bei 55° gemessen	Spezifische Wärme <i>c</i>		Atomgewicht <i>A</i>		
		aus den Versuchsdaten berechnet	Abweichung	nach Lothar Meyer	nach den Versuchsdaten berechnet	Abweichung
I Blei	0,0314	$\frac{900 \cdot 5}{2100 [100 - (20,2 + 5)]} = 0,0290$	7% zu wenig	206,4	$\frac{6,4}{0,0290} = 220$	6% zu viel
II. Zink	0,0955	$\frac{900 \cdot 5}{697 [100 - (20,2 + 5)]} = 0,0863$	10% zu wenig	65,1	$\frac{6,4}{0,0863} = 74$	11% zu viel

Die Abweichungen der für *c* und *A* berechneten Werte haben ihre Ursache in den Fehlern, die den Versuchsanordnungen anhaften. Offenbar entsteht ein erheblicher Verlust von Wärme in der Zeit, in welcher die Metallcylinder aus dem Wasserbad gehoben und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden. Es müssen also die Werte für *c* zu klein und in das Batterieglas eingesenkt werden.

¹⁾ Dieselben werden in der Metallgiesserei von Knoll, Berlin, Linienstrasse 155 angefertigt. Ihre Gewichte lassen sich mittelst einer Feile leicht corrigieren.

ist als am Zinkcylinder. Aus beiden Gründen musste daher das Gewicht des Zinkcylinders (697 g *Zn*:2100 g *Pb*) grösser sein als dem theoretischen Verhältnis (660 g *Zn*:2100 g *Pb*) entspricht. Andrenfalls hätte man beim Versuch nicht gleiche Niveaudifferenzen des Flüssigkeitsfadens, auf die es doch ankam, erhalten. Multipliciert man die für *c* berechneten Werte mit den Gewichtsmengen der Metalle 2100 bzw. 697, die nahezu den Atomgewichten proportional sind, so ergeben sich die Atomwärmen 6,09 bzw. 6,02. Obwohl nun alle jene aus den Versuchsdaten berechneten Zahlen von den richtigen etwas abweichen, so dürfte dennoch der in kurzer Zeit anzustellende Versuch, dessen Resultate wohl erkennbar sind, für den Unterricht genügen. Giebt er doch wenigstens den Weg deutlich an, den die wissenschaftliche Forschung genommen hat. Mit dem Hofmannschen Apparat erzielt man zwar genauere Erfolge, aber von dem höheren Preis abgesehen hat er den Übelstand dass der dünne, nur um wenige Centimeter steigende Quecksilberfaden der Thermometer nicht weit genug gesehen werden kann.

Ferner sei noch auf einen instruktiven Schulversuch von J. E. Reynolds (Leitfaden zur Einführung in die Experimentalchemie 1883, S. 58–64) verwiesen, der sich eines in der Form dem Hofmannschen ähnlichen Weingeistthermometers bedient, um nachzuweisen, dass die Wärmecapazität von 108 cg Silber doppelt so gross ist als diejenige der äquivalenten Menge (12 cg) Magnesium. Will man übrigens nur qualitativ zeigen, dass gleich schwere Mengen verschiedener Metalle eine verschiedene Wärmecapazität haben, so erhitze man nach Reynolds ein Fünfmarkstück und eine gleich schwere und gleich dicke Kupferscheibe, die beide an einem Draht aufgehängt werden, in siedendem Wasser und berühre sie einige Augenblicke, nachdem sie aus dem Wasserbad herausgenommen sind, mit einem kleinen, an einer Stricknadel befindlichen Stück Phosphor. Während letzteres an der Silbermünze nicht mehr entzündet wird, fängt es an der noch heisseren Kupferscheibe sofort an zu brennen.

R. Lüpke.

Demonstration der verschiedenen Wärmeleitung von Metallen. Um einem grösseren Auditorium die Verschiedenheit der Wärmeleitung in Stäben aus Kupfer, Messing und Eisen zu zeigen, bestreicht N. HESSEHUS die an einem Ende umgebogenen Stäbe mit Paraffin, und setzt die umgebogenen Enden in eine hochstehende leere Wanne so, dass die Stäbe sich mit dem anderen Ende auf den Tisch stützen und die gleiche Neigung gegen die Tischplatte haben. Auf die Stäbe werden in gleicher Höhe Sättel, bestehend aus Paraffinstückchen, die durch Klammern aus dünnem Kupferblech lose festgehalten sind, gesetzt, darauf kochendes Wasser in die Wanne gegossen und durch Flammen bei 100° erhalten. Alsbald setzen sich die Sättel in Bewegung und rutschen mit verschiedener Geschwindigkeit bis zu verschiedenen Tiefen herab. Nach dem Eintritt des stationären Gleichgewichts verhalten sich die Quadrate der Sattelabstände von den erwärmten Stabenden wie die Wärmeleitungscoefficienten der drei Metallstäbe.

(*J. d. russ. Ges.* 24 (2), 153, 1892; *Beibl. d. Phys.* 17, 646, 1893.)

Ein einfaches Hygrometer. Von dünner Gelatinefolie (wie man sie bei Galanteriewaarenhändlern kauft) schneidet man einen 5 mm breiten und 10 bis 15 cm langen Streifen, den man einseitig mit einer dicken Schicht Schellacklösung (Tischlerpolitur) überzieht. Schon während der Arbeit bemerkt man, dass sich der Streifen krümmt und streckt, je nachdem man ihm mit der feuchtwarmen Hand näher kommt. Man befestigt dann den Streifen mit dem einen Ende an einer in ein kreisförmiges Kartonblatt eingeschlagenen Nadel so, dass er über das Papier auf Hochkant stehend hinschleifen kann, ohne dasselbe zu berühren. Um den Apparat zu graduieren, bringt man ihn zuerst in einem warmen Zimmer in die helle Sonne, dann unter eine Glocke mit befeuchteter Innenwand. Den Abstand zwischen beiden Stellungen teilt man in hundert gleiche Teile und hängt dann das fertige Hygrometer an einem schattigen, vor Regen geschützten Ort im Freien auf.

(*Prometheus*, IV, 526, 1893.)

Neue Formen von Influenzmaschinen. Die erste beschreibt James Wimshurst in dem *Phil. Mag.* (5) No. 220 S. 264, 1893. Zwei Spiegelglasscheiben von 104,1 cm Durchmesser und 0,6 cm Dicke sind in einem Abstand von 1,8 cm auf einer Axe befestigt, die mittels eines Griffes getrieben wird. In dem Raume zwischen den Scheiben sind lotrecht vier Glasplatten, zwei auf der rechten und zwei auf der linken Seite der Maschine, befestigt. Die inneren Ränder der Glasplatten laufen schräg nach der Axe zu. Auf jeder Glasplatte ist eine Bürste *A* (Fig. 1) und ein Verteiler (inductor) angebracht; beide sind metallisch mit einander verbunden. Die Bürsten sind aus feinem Draht gemacht und berühren ganz leicht die inneren Flächen der Scheiben. Die Glasplatten laufen in Nuten an ihrem oberen und unteren Rande und können daher bequem eingesetzt und entfernt werden. Wegen der beschränkten Grösse des Glasgehäuses, in welchem die Maschine sitzt, ist der Abstand der einzelnen Teile nur gering. Dadurch wird die Funkenlänge verkleinert. Alle Oberflächen sind mit Schellack überzogen. Wenn die Bürsten neu und in gutem Zustand sind, ist die Maschine selbsterregend. Die Ladungen sind nicht der Umkehrung unterworfen, wenn die Elektroden, denen die Elektrizität durch die Sammelbürsten *BB* zugeführt wird, über die Schlagweite hinaus geöffnet sind; denn dann werden alle erzeugten Ladungen durch die Ausgleichbürsten *CC* weggeführt. Der Ausgleichstrom kann unterbrochen werden, ohne dass dadurch die Erregung der Maschine vermindert wird; aber dann wechseln mit jeder halben Umdrehung die Ladungen ihr Zeichen. Bringt man auf jeder Scheibe acht Metallstreifen (723 qcm) an, so wird die Selbsterregung so stark, dass man mit dem Finger Funken ziehen kann, bevor noch eine ganze Umdrehung gemacht ist. Durch die Anbringung der Streifen werden aber die Ladungen um 25 % vermindert.

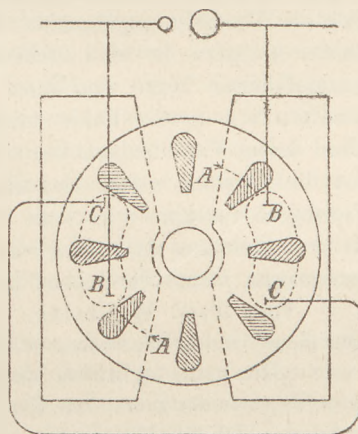


Fig. 1.

Eine andere Art von Influenzmaschinen beschreibt W. R. Pidgeon (*a. a. O.* S. 267). Ihre 1,6 cm dicken Ebonitscheiben haben, wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, Vertiefungen von 1 cm Tiefe und 13,7 cm Breite. Darin liegen auf jeder Scheibe 32 Streifen aus Messingblech, an die kurze Messingdrähte mit angeschraubten Sammelknöpfen angelötet sind. Die Streifen werden in den Vertiefungen in einer Weise angeordnet, welche aus der Zeichnung ersichtlich ist. Die daran befestigten Drähte werden durch die Löcher in der Scheibe hindurchgesteckt und die Knöpfe auf der Rückseite angeschraubt. In die Vertiefung wird geschmolzenes Wachs, welches aus gleichen Gewichtsteilen Paraffin und Kolophonium zusammengesetzt ist, gegossen und zwar soviel, dass seine Oberfläche ein wenig die Scheibenfläche überragt. Nach dem Erkalten wird das überstehende Wachs auf der Drehbank abgedreht. Auf diese Weise ist jeder Streifen gänzlich in einen nicht leitenden Stoff eingebettet. Die schräge Anordnung der Streifen, welche die schädliche gegenseitige Einwirkung der Streifen vermindert, erfordert natürlich, dass die Sammelbürsten *C* und *E* und die Ausgleichbürsten *D* und *D'* andere Stellungen als bei einer radialen Anordnung erhalten. Um die Capacität eines jeden Streifens bei seiner Ladung zu vergrößern, wurden jeder Scheibe gegenüber an den Punkten, wo die Streifen mit der Erde leitend verbunden sind, zwei feste Verteiler aufgestellt. Jeder Verteiler besteht aus einem Stanniolblatt, das in Wachs eingebettet und auf einer Ebonitscheibe befestigt

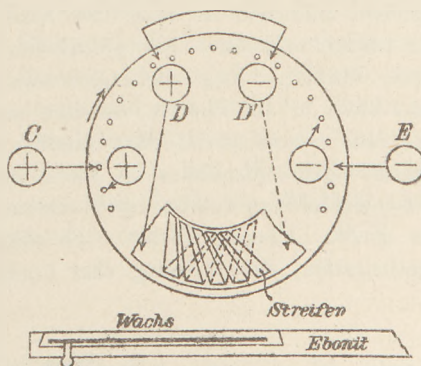


Fig. 2.

12*

ist. Er wird durch eine Spitze geladen, die mit ihm verbunden und von einer Ebonitröhre umgeben ist. Diese Spitze steht den äusseren Knöpfen der grossen Scheibe an einer Stelle gegenüber, wo deren Zeichen und Potentiale so sind, wie es die Ladung des Verteilers gerade erfordert. Auf diese Weise wird jeder Streifen in dem Augenblick, wo er mit der Erde leitend verbunden ist, zwischen zwei ähnlich geladene Verteiler gebracht (die Streifen auf der gegenüberliegenden Scheibe einerseits und den festen Verteiler andererseits), von denen jeder im Vergleich zu ihm selbst gross ist. Seine Capacität wird daher stark vergrössert und er ist imstande, eine viel grössere Ladung aufzunehmen. Durch diese festen Verteiler wird zwar nicht die Länge wohl aber die scheinbare Dicke und die Anzahl der Funken vergrössert. Um die Capacität eines jeden Streifens in dem Augenblick, wo er entladen wird, zu verringern, wird auch jeder Sammelbürste gegenüber ein Verteiler angebracht. Er ist so eingerichtet, dass er seine Ladung von den kleinen Knöpfen der sich drehenden Scheibe an einer Stelle enthält, die gerade vor den Sammelbürsten liegt. Auf diese Weise ist jeder Streifen in dem Augenblick, wo er sich entladet, von einem Felde umgeben, welches dasselbe Zeichen wie er selbst besitzt. Diese festen Verteiler erhöhen die Leistung der Maschine um ein Fünftel. Pidgeon fand, dass die Leistung seiner Maschine ohne feste Verteiler sich zu der einer gleichgrossen Wimshurst-Maschine wie 3 zu 2 und mit Verteilern wie 5,6 zu 1 verhält. Ein Nachteil der Maschine ist, dass die Ebonitscheiben sich werfen und ausserdem für hohe Spannungen nicht hinreichend gute Nichtleiter sind.

Herr Prof. W. Holtz, um seine Meinung befragt, äussert sich in einem Briefe über diese beiden Maschinen folgendermassen:

„Die erste ist nichts anderes, als die bei uns schon längst bekannte Doppelmaschine, wie sie zuerst von Kaiser (*Les Mondes* XX 665, 1869), dann von Bleckrode (*Pogg. Ann.* CLVI 378) und später von Andern in den verschiedensten Formen ausgeführt ist. Dass jene sich selbst erregt, ist ebenfalls nichts Neues, da Doppelmaschinen mit Selbsterregung in Deutschland schon lange im Gebrauche sind. Vielleicht meint Herr Wimshurst, dass er etwas erfindet, wenn er rotierende Scheiben schon bekannter Maschinen mit radialen Metallstreifen belegt. Aber er weiss nicht, dass die älteste Influenzmaschine (siehe *Sitzungsber. d. Berl. Akademie*, April 1865) schon ebenso ausgerüstet war.

Die zweite Maschine bietet wirklich etwas Neues: Sie ist weder eine Maschine mit festen, noch eine solche mit beweglichen influenzierenden Flächen, vielmehr beides zugleich, und das ist eben das Neue. Ob diese Vermischung der beiden Haupttypen von Influenzmaschinen ein glücklicher Gedanke war, mag freilich dahingestellt bleiben. Solche Maschine mag wirksamer sein, als eine andere, aber sie ist auch complicierter, nicht bloss in der Theorie, sondern auch in der Konstruktion. Die Maschine hat übrigens noch eine Besonderheit, dass nämlich die Metallstücke der Scheiben ganz in Wachs eingebettet sind. Ähnliches ist schon oft versucht, aber stets mit negativem Erfolge, da solche Bekleidung leicht durchbrochen wird und dann erst recht zu Ausströmungen Anlass giebt. Ebenso dürfte noch eine andere Eigentümlichkeit, die schräge Lage der Metallstreifen, der Wirkung eher hinderlich als förderlich sein.“

2. Forschungen und Ergebnisse.

Beobachtungen des atmosphärischen Potentialgefälles und der ultravioletten Sonnenstrahlen. Von ELSTER und GEITEL. (*Wied. Ann.* 48. 338. 1893.) In einer früheren Arbeit (*Wied. Ann.* 44. 322. 1891) haben die Verfasser gezeigt, dass nicht nur reine Metallflächen, sondern auch einige an der Erdoberfläche weit verbreitete Mineralien (z. B. Flussspat, Feldspat, Kalkspat, Granit) durch Belichtung die Fähigkeit erhalten, negative Elektrizität zu zertreten. Die gepulverten Mineralien lagen in einer flachen Schale aus oxydiertem Eisenblech, die mit einem Quadrantelektrometer verbunden wurde. Ein un-

mittelbar über der Schale ausgebreitetes Eisendrahtnetz wurde mit dem positiven Pole einer constanten Batterie von 140 Volt Klemmspannung verbunden, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet war. Durch Belichtung des Minerals empfing das Elektrometer eine positive Ladung.

Die photoelektrische Empfindlichkeit der Mineralien steht in engem Zusammenhang einerseits mit ihrem Phosphorescenzvermögen, andererseits mit der Leitungsfähigkeit ihrer Oberfläche. So erhält z. B. der Flussspat im Vacuum durch Verdampfen der anhaftenden Feuchtigkeit eine nicht leitende Oberfläche; zugleich hört auch seine elektrische Lichtempfindlichkeit auf. Durch Glühen in einem Platintiegel werden gleichzeitig seine Phosphorescenz und photoelektrische Wirksamkeit dauernd zerstört.

Aus der durch das Sonnenlicht an der Erdoberfläche bewirkten Zerstreuung der Elektrizität suchen nun ELSTER und GERTEL die tägliche Änderung des positiven Potentialgefälles der unteren Luftschichten zu erklären. Die Erdoberfläche sei stets negativ geladen; die Mineralien, aus denen sie besteht, erhalten während des Tages durch die Belichtung die Fähigkeit, diese negative Elektrizität an die benachbarten Luftschichten abzugeben. Während der Nacht werden dann durch die Luftströmungen die negativ geladenen Luftschichten in andere Gegenden übergeführt, in welchen die negative Elektrizität durch Niederschläge wieder auf die Erdoberfläche zurückgelange. Auf Grund dieser Anschauung haben die Verfasser für die Abhängigkeit des täglichen Potentialgefälles von der Intensität der Sonnenstrahlung eine Formel aufgestellt, die durch ihre Beobachtungen angenähert erfüllt wird.

Zur Messung des Potentialgefälles diente ein Exnersches Elektroskop, dessen Knopf mit einer kleinen isoliert auf einer horizontalen Latte befestigten Petroleumlampe verbunden war. Durch Verschieben der Latte auf dem Fensterrahmen konnte die Flamme stets wieder an denselben Ort des äusseren Luftraumes gebracht werden, für welchen durch einmalige Beobachtung der Reduktionsfaktor für freies Feld und 1 m Höhe über dem Erdboden bestimmt worden war. Die nur an wolkenfreien Tagen angestellten Beobachtungen ergaben, dass das Potentialgefälle während des Sommers im Laufe des Tages beständig sank und bei Sonnenuntergang sein Minimum erreichte. Während des Winters zeigte das Potentialgefälle einen sehr unregelmässigen Verlauf.

Die Intensität der Sonnenstrahlen wurde mit Hilfe einer frisch amalgamierten Zinkkugel gemessen, welche in den Boden eines oben durch einen Deckel verschliessbaren Messingrohres isoliert eingesetzt werden konnte. Die Zinkkugel war mit dem Knopf, das Messingrohr mit dem Gehäuse eines Exnerschen Elektroskops verbunden. Ausserdem wurde zwischen Knopf und Gehäuse des Elektroskops ein aus einer beiderseits mit Stanniol belegten Ebonitplatte gebildeter Condensator eingeschaltet. Durch eine Zambonische Säule wurde dem Knopf des Elektroskops und also auch der Zinkkugel eine negative Ladung erteilt und der Ausschlag der Aluminiumblättchen durch Berührung eines vom Elektroskopknopf herabhängenden Leinenfadens mit dem Finger stets auf 25 Skalenteile gebracht. Aus dem in einer bestimmten Zeit durch die Belichtung bewirkten Potentialverlust wurde dann die Strahlungsintensität berechnet. H. R.

3. Geschichte.

Zur Geschichte der Chemie im Mittelalter. Bekanntlich stammen die ältesten Schriften chemischen Inhalts, welche uns teilweise als Papyri, teilweise als Manuscripte überliefert worden sind, aus Ägypten und gehen bis in das 3. nachchristliche Jahrhundert zurück. Dieselben rühren von den sogenannten griechischen Alchemisten her und befinden sich gegenwärtig in Leyden, Venedig und Paris. Den Urtext dieser überaus schwer verständlichen Abhandlungen nebst französischer Übersetzung und Erklärung hat Herr BERTHELOT in seiner „Collection des Anciens Alchimistes Grecs“ in den Jahren 1887 u. 88 veröffentlicht (vgl. diese Zeitschr. III 203). Der um die Geschichte der Naturwissen-

schaften so hochverdiente Verfasser hat seither die von der ägyptisch-griechischen Schule ausgehende Weiterentwicklung der Chemie studiert und die Ergebnisse seiner Forschungen in einem neuen grossen Werke „*Sur la Chimie au Moyen-Age (3 vol. in 4°), imprimerie nationale, 1893*“ bekannt gegeben. Über den Inhalt sei auf Grund eines Vortrages, welchen H. Berthelot selbst über seine Schrift in der Pariser Academie der Wissenschaften gehalten hat (C. R. CXVI 1166 ff., 1893) vorläufig Folgendes mitgeteilt, indem wir uns ein Eingehen auf besonders wichtige Einzelthatsachen vorbehalten. Der erste Band erläutert unter dem Titel „*Essai sur la transmission de la Science antique au moyen-âge, doctrines et pratiques chimiques*“ die lateinische Alchemie bis zum 14. Jahrhundert. Es stellt sich heraus, dass die griechische Wissenschaft, soweit sie die Chemie und Technik betrifft, durch die Zeiten der Barbarei hindurch nicht nur mittelbar — wie gewöhnlich angenommen wird — sondern in gewisser Weise auch unmittelbar überliefert worden ist. Ferner enthält der Band eine bisher gänzlich unbekannte interessante Schrift technischen Inhalts „*Liber sacerdotum*“ und eine neue Ausgabe nebst Übersetzung des im Mittelalter überaus angesehenen „*Liber ignium*“ von Marcus Graecus. — Der zweite Band „*l'Alchimie syriaque*“ behandelt einen bisher gänzlich unbekanntem Abschnitt der Geschichte der Chemie. Auf der zu ihrer Zeit hochberühmten Ärzteschule zu Bagdad wurden nämlich im 9. und 10. Jahrhundert die Naturwissenschaften eifrig studiert und zwar unter Anlehnung an die oben erwähnten griechischen Alchemisten. Später wurden die Araber Schüler der syrischen Gelehrten und lernten von ihnen die alten Werke kennen, und gerade in dieser Vermittlung zwischen den Griechen und den Arabern liegt die Hauptbedeutung der syrischen Wissenschaft. Im übrigen waren die syrischen Handschriften, welche H. Berthelot mit Hilfe von Herrn Duval, Membre de la Société asiatique, übersetzt hat, und welche neben chemischen und technischen Thatsachen auch vieles Mystische enthalten, vorher noch nie gedruckt worden. —

Der dritte Band endlich ist der arabischen Alchemie gewidmet. Auch diese ist trotz der vielen sie betreffenden Veröffentlichungen bisher wenig und in ganz unrichtigem Lichte bekannt gewesen. Die wichtigsten Schriftsteller, heisst es hier, besonders der berühmte Djaber (im Abendlande Geber genannt), seien nur in verfälschten lateinischen Übersetzungen gelesen worden. Hier seien Geber's Abhandlungen zum ersten Male nach den Handschriften mit Hilfe von Herrn Houdas, Professeur à l'Ecole des langues orientales vivantes, veröffentlicht und übersetzt. Es ergibt sich, dass die üblichen Meinungen von der Bedeutung der Araber für die Entwicklung der Chemie durchaus unrichtig sind. Die wichtigsten ihnen zugeschriebenen lateinischen Werke seien unecht und erst im 13. bis 16. Jahrhundert im Abendlande veröffentlicht worden. Kurz, weder Geber noch seine Nachfolger hätten die Chemie wesentlich gefördert; vielmehr haben die Araber wie in den anderen so auch in dieser Wissenschaft nur die von den Griechen überkommenen Thatsachen und Theorien überliefert. — Mit der Herausgabe dieses Werkes glaubt der gelehrte Verfasser, da er die Geschichte der Chemie von den Anfängen bis zum 14. Jahrhundert, d. h. bis zu verhältnismässig bekannten Zeiten, fortgeführt habe, seine Aufgabe als gelöst betrachten zu dürfen.

J. Schiff.

4. Unterricht und Methode.

Der logische Zusammenhang in der Physik. Von Dr. K. Kost. *Progr. Abh. des Grossh. Gymnasiums zu Büdingen, 1893*. Dass der logische Zusammenhang in der Physik auch beim Unterricht deutlich hervortrete, ist eine in dieser Zeitschrift öfter ausgesprochene Forderung. Man genügt dieser Forderung aber nicht, wenn man die reichgegliederten und vielgestaltigen Formen des physikalischen Erkennens und Forschens auf so dürftige Kategorien zurückführt, wie dies in manchen Lehrbüchern geschieht, die sich auf die Unterscheidung von Versuch und Gesetz, oder gar Definition, Behauptung, Beweis beschränken.

Der Verfasser der vorliegenden Abhandlung, die sich an die logischen Untersuchungen

von Wundt anschliesst, ist auch über die Minderwertigkeit der Herauskehrung solcher allgemeinsten Formen durchaus im Klaren. Er betont, dass der Inhalt der Physik zum Teil der Erfahrung entnommen ist, zum Teil aber auf Begriffsbildungen beruht, und dass infolgedessen die Methoden der Untersuchung und der Erkenntnisgewinnung sehr vielseitig sind, sich auch keineswegs durch das Schlagwort „Induktion“ in seiner gewöhnlichen Bedeutung erschöpfen lassen, da dieses nur einen ganz geringen Teil der vorkommenden Denkopoperationen umfasst. Auf pädagogischem Gebiet habe die Ansicht, wonach die Erfahrung die alleinige Grundlage der Physik sei, ihren Ausdruck gefunden in einer falschen Auffassung von der Stellung, die dem Experiment im Unterricht zukommt. Weil nämlich jede Erkenntnis mit der Erfahrung anfangt, so solle (nach dieser Auffassung) das Experiment in logischer Beziehung die Bedeutung als Quelle der Erkenntnis erhalten, so dass es für jeden einzelnen Fall den Ausgangspunkt bilde. Demgegenüber führt der Verfasser aus, dass die Stellung des Experiments je nach der verschiedenen Art, wie die Erkenntnis gewonnen wurde, eine verschiedene gewesen sei; „in den meisten Fällen bestand gerade das experimentelle Verfahren in einer Zusammensetzung gewisser Bedingungen, die zur Feststellung einer vermuteten Thatsache ersonnen waren und in diesem Falle kam natürlich das Experiment an das Ende einer Untersuchung zu stehen.“

Als spezielle Formen des Denkens, die für das physikalische Erkennen von Wichtigkeit sind, behandelt der Verfasser nacheinander: die Analyse der Erscheinungen, die Synthese der Erscheinungen, die Vermutungen und Hypothesen, die Induktion der Gesetze, die Deduktion der Gesetze und die Deduktion der Erscheinungen. Zur Analyse, d. h. der Zerlegung einer Erscheinung in ihre Teilerscheinungen, giebt der Verfasser eine Reihe von Einzelbeispielen, von denen leider das den Luftdruck behandelnde zu wenig den historischen Thatsachen entspricht. Das Verfahren bei dieser Art der Analyse wird als isolierende Abstraktion bezeichnet und ihr Wesen darin erkannt, dass gewisse Bestandteile eliminiert und die übrig bleibenden als Elemente eines Begriffs festgehalten werden. — Dem gegenüber schliesst die Synthese von den vermuteten Bedingungen einer Erscheinung auf andere Thatsachen, die durch die Beobachtung zu bestätigen sind. (Auch hier ist das Beispiel des Luftdrucks wieder nicht glücklich gewählt, denn die Schwere der Luft war lange vor dem Luftdruck bekannt.) Gute Beispiele liefern hier die Zerlegung des weissen Lichts durch Newton, die Entdeckung der Lichtgeschwindigkeit, die Versuche Voltas, die Entdeckungen Faradays, die Erfindung der Dynamomaschine. In diesem Zusammenhang wendet sich der Verfasser mit Recht gegen das übliche Verfahren, die Apparate in der Form der Analyse zu erklären, indem der Apparat zuerst nach seiner Zusammensetzung beschrieben, und dann die causale Erklärung, wie und durch welche Vorgänge die Teile auf einander wirken, gegeben wird. Richtiger ist es, den Apparat von vornherein aus dem Zweck, dem er dienen soll, zu erklären, ihn also nicht als ein Untersuchungsobjekt, sondern als Resultat einer Synthese aufzufassen. — Bei den Vermutungen und Hypothesen unterscheidet der Verfasser zwischen solchen Annahmen, die sich im weiteren Verlauf als zutreffend erweisen, und solchen, die mehr den Charakter eines didaktischen Hilfsmittels haben, wie die Hypothese der elektrischen Fluida. — Bei der Induktion der Gesetze bemerkt der Verfasser, dass für den Unterricht die induktive Herleitung eines derartigen Gesetzes, in dem eine quantitative Beziehung zum Ausdruck kommt, zu zeitraubend sei. Dies wird aber nicht allgemein zuzugeben sein, wie u. a. das Beispiel des Brechungsgesetzes (*d. Zeitschr.* II 162, VI 308) zeigt. — Von der Deduktion der Gesetze wird geurteilt, dass hierfür das Vorbild der Geometrie maassgebend gewesen sei; hierbei sind stets allgemeine Sätze, aus denen deduziert werden kann, vorausgesetzt; so das Trägheitsgesetz, der Satz vom Parallelogramm der Bewegungen, die Zunahme der Geschwindigkeit des freien Falls proportional der Zeit, die Abnahme fernwirkender Kräfte mit dem Quadrat der Entfernung, die gleichmässige Fortpflanzung des Drucks in einer Flüssigkeit, die Ausgleichung der Temperatur zwischen verschieden warmen Körpern u. dgl. Von diesen Sätzen sagt der Verfasser, dass sie nicht durch eine ausführliche Induktion aus der Erfahrung gewonnen.

sondern vielmehr aufgestellt wurden als die einfachsten Voraussetzungen, mit deren Hilfe man die Erscheinungen zu erklären suchte. Hier würde eine genauere Untersuchung indess ergeben, dass diesen allgemeinen Gesetzen vielfach abgekürzte induktive Denkprozesse zu grunde liegen. Wichtig ist die Bemerkung, dass die Deduktionen in der Physik nicht immer unbedingt feststehende Voraussetzungen haben und daher nicht immer zu zwingenden Resultaten führen, jedenfalls aber einen gewissen Zusammenhang zwischen verschiedenen theils hypothetischen theils thatsächlichen Sätzen darthun. — Die Deduktion der Erscheinungen aus den Gesetzen ist gleichfalls ein Mittel den Zusammenhang in der Physik zum Ausdruck zu bringen. Diese Deduktion dient vielfach zur Bestätigung der gefundenen Gesetze. Von einer empirischen Bestätigung durch das Experiment wird aber selbst in den Fällen, wo die Voraussetzungen feststehen, nicht Abstand genommen, weil in der Physik stets die Sinneswahrnehmung die letzte Instanz bildet. Irrig aber wäre es, wollte man deshalb die Übung im Beobachten als die einzige formale Seite des physikalischen Unterrichts hinstellen, da keine Beobachtung möglich ist, ohne dass irgend welche Vorstellungen vorhanden sind, welche der Beobachtung eine bestimmte Richtung anweisen. Die Beobachtung ist ein Akt der Apperception und hat um zu Erkenntnissen zu kommen, die Sinneswahrnehmungen nach denselben Gesetzen zu verbinden, welche die Logik für alle Vorstellungen vorschreibt. Die richtig verstandene Forderung der Übung im Beobachten schliesst deswegen, wie Ref. hinzufügt, die Erziehung zur richtigen Auffassung und Beurteilung des Wirklichen überhaupt in sich ein.

Man wird aus diesen Darlegungen erkennen, dass eine Orientierung über den logischen Zusammenhang in der Physik auch wertvolle Beiträge zur Gewinnung richtiger methodischer Gesichtspunkte für den physikalischen Unterricht liefern kann. P.

Über den vorbereitenden physikalischen Lehrgang der Gymnasien. In den *N. Jahrb. f. Phil. u. Päd.* (Bd. 147/148, 1893) hat E. SCHRADER (Hannover) eine Studie über den vorbereitenden physikalischen Lehrgang der Gymnasien veröffentlicht. In dieser sind durch 5 Hefte (4 bis 8) der genannten Zeitschrift hindurchziehenden Abhandlung sind so feine Bemerkungen und so treffende Urtheile über den Physikunterricht im allgemeinen wie im besonderen enthalten, dass jeder Fachmann den Ausführungen mit Genuss und mit Gewinn folgen wird. Andererseits ist aber der Standpunkt, den der Verfasser in wichtigen und grundsätzlichen Fragen bezüglich dieses Unterrichtes einnimmt, ein so einseitiger, und dieser Standpunkt wird von ihm mit den blendenden Waffen einer gewandten Dialektik und eines schlagfertigen Stiles so geschickt verteidigt, dass es geboten erscheint, an dieser Stelle näher auf seine Darlegungen einzugehen.

Wir suchen erst die Stellung des Verfassers zu den Lehrplänen von 1891 zu kennzeichnen. Er stimmt durchaus der Forderung der Lehrpläne bei, dass es notwendig sei, „auch denjenigen Schülern, die nach dem Abschluss der UII die Schule verlassen, ein möglichst abgerundetes Bild der wichtigsten Lehren auf diesem Gebiete mit in das Leben zu geben“. Er interpretiert den Sinn des „abgerundeten Bildes“ als „tiefe Einheitlichkeit der Darlegungen“, als „harmonische Geschlossenheit“; er ist von dem Ausdruck so fasziniert, dass er auch den in seinem Sinne „bildmässigen“ Charakter der Unterrichtsarbeitungen in ihm angedeutet findet und ihn mit Nachdruck zu der Forderung steigert: „Auf den Zusammenhang der Erscheinungen, auf den wesentlichen Inhalt der vor seinem geistigen Auge sich vollendenden Bilder soll seine ganze Aufmerksamkeit mit Genugthuung gerichtet sein“ (364). Schon hier möge eine Einwendung stehen, die das Ganze der zu grunde liegenden Auffassung trifft. Welch' Schauspiel, aber ach, ein Schauspiel nur — darf der Schüler ausrufen, wenn der Unterricht wirklich gemäss dieser Auffassung betrieben wird. Es wäre eine Art Parallele zum ästhetischen ‚Geniessen‘, was hier dem lernbegierigen, thatsachendurstigen Geiste des heranwachsenden Menschen gereicht werden soll: statt der Wirklichkeit ein Bild, statt einer in der eigensten Erfahrung wurzelnden inneren Föhlung mit den Dingen eine Befriedigtheit mit einer vom Menschengenist an die Dinge herangetragenen „einheitlichen“ Auffassung, deren Berechtigung

und Gültigkeitsbereich zu beurteilen nicht im Vermögen des Aufnehmenden liegt. Denn es ist ja völlig ausgeschlossen, dass in anderthalb Jahreskursen von wöchentlich zwei Stunden von und mit unreifen Schülern die geistige Arbeit geleistet werden kann, die zur Erlangung einer solchen Urteilsfähigkeit erforderlich wäre. Wir glauben auch nicht, dass mit der angeführten Interpretation der wirkliche Sinn der Verfügung getroffen ist. Es ist ja misslich, sich über den vermeintlichen Sinn einer so unglücklich gewählten und leicht missverständlichen Äusserung wie die vom „abgerundeten Bilde“ in Diskussion einzulassen. Gehen wir aber mit der Nüchternheit, die die Lehrpläne charakterisiert, auf diese Frage ein, so kommen wir wohl der Sache am nächsten, wenn wir uns klar zu werden suchen, inwiefern das früher den Abgehenden gewährte Bild nicht als „abgerundet“ zu bezeichnen sein möchte. Offenbar, insofern nur einzelne Teile der Physik berührt, andere ganz bei Seite gelassen worden waren. Auch der Verfasser spricht im Hinblick auf den früheren Zustand des Physikunterrichts in den Mittelklassen von einem „unschönen und fast wertlosen Torso“ (192). Also das jetzt zu schaffende Bild heisst abgerundet, insofern keins der Hauptgebiete der Physik darin ganz fehlen darf. Wie freilich hierbei die andere Gefahr eines mosaikartigen „Conglomerates zusammengewürfelter Wissensbrocken“ vermieden werden könne, über diese Schwierigkeit hat uns auch der Verfasser mit seiner „Einheitlichkeit“ nicht hinweghelfen können.

Wir stellen uns nun ganz auf den Standpunkt des Verfassers und nehmen die durch die Lehrpläne geschaffene Sachlage als Voraussetzung weiterer Erörterungen an: „Lediglich aus der Natur des Zieles heraus wird die Ordnung des Unterrichtes nach Inhalt und Form zu erfolgen haben, also nach und durch Feststellung dessen, was der abgehende versetzungsreife Untersekundaner als unverlierbaren Bildungsbesitz zum eigenen freien Gebrauche ins Leben nehmen muss“ (290). Dieses Kriterium kann man gelten lassen, wird aber im Auge behalten müssen, dass die darin gestellte Frage sehr verschieden beantwortet werden kann. Der Verfasser formuliert seine Wünsche in betreff der Zielleistungen folgendermaassen: „Der versetzungsreife Untersekundaner muss thunlichst dahin gebracht sein, dass er sich den Erscheinungen dieses Gebietes gegenüber, wo er sie auch antrifft, ein vorsichtiges, aber richtiges Urteil durch eigene freie Thätigkeit zu bilden vermag, und zwar in dem Sinne, dass er im Stande ist, soweit seine erworbenen Kenntnisse reichen, den Zusammenhang der fraglichen Vorgänge zu verstehen und namentlich sich stets bewusst zu bleiben, gegen welche allgemeinen Gesetze und fundamentalen Anschauungen ein Erklärungsversuch natürlicher Vorkommnisse nicht verstossen darf, zweitens zu erkennen, wann jene erworbenen Kenntnisse zu einer solchen Urteilsbildung nicht mehr ausreichen, und drittens eben diese Kenntnisse bei Darbietung geeigneter Mittel selbständig zu erweitern“ (291). Wir versagen uns eine eingehendere Kritik dieser über jede schulmässige Leistung weit hinausgehenden Forderungen. Der Verfasser gestellt selbst zu, dass der darin enthaltene Anspruch sowohl an Lehrer wie an Schüler hoch ist, will ihn aber äusserstenfalls wenigstens doch als ideale Grenze zugestanden wissen. Er selber hält die Forderungen für erfüllbar, insofern über die Grenze, bis zu welcher die Urteilsfähigkeit des Schülers zu entwickeln sei, nichts im besonderen festgesetzt sei. (Man beachte auch den einschränkenden Zwischensatz im cit. Text: „soweit seine erworbenen Kenntnisse reichen.“) Immerhin glaubt der Verfasser eine unzweifelhafte Festsetzung treffen zu können: „Wenn der Schüler am Schlusse der UII zu der Entscheidung ausgerüstet sein soll, welchen fundamentalen Grundsätzen seine selbstgesuchte Erklärung nicht widersprechen darf, so muss auf die Übermittlung dieser fundamentalen Grundsätze eben der wesentlichste Teil des Unterrichtes gerichtet sein. Nicht also schlechthin die einfachsten und leichtesten Kapitel des Gebietes [wie Ref. in d. Zeitschr. V 172 vorschlug] werden zum Gegenstand der Darlegungen zu erheben sein, sondern — in vollster Übereinstimmung mit dem Wortlaute der neuen Lehrpläne — die wichtigsten Lehren sind zu einem möglichst abgerundeten Bilde dem abgehenden Schüler mit ins Leben zu geben“ (192). Wir fügen gleich hinzu, was der Verfasser unter den

wichtigsten Lehren begreift: „Das Prinzip der Energie und ihre Wandlungen, die Grundanschauungen der Bewegungslehre, die allgemeinen Eigenschaften der Strahlen aller Gattungen und die möglichen elementaren Formen der Schwingungen, die Natur und die Erscheinungen verkehrt-quadratischer Einwirkungen, die Thatsachen des molekularen Gleichgewichts und seiner Störungen und sonstige Errungenschaften von weitherrschender Bedeutung . . . bilden das eigentliche Leitmotiv aller Unterweisungen“ (360).

Hiergegen wäre nun vieles zu sagen, vor allem aber, dass wir sehr zufrieden sein könnten, wenn die Einsicht in diese Dinge den Schülern beim Abgange vom Gymnasium, also nach drei weiteren Jahren physikalischen Unterrichts, einigermaßen zu eigen würde. Im besondern bildet die Lehre von der Energie und ihren Wandlungen ein Gebiet, von dem sogar der Grundbegriff erst nach gründlicheren Studien in verschiedenen Teilen der Physik scharf erfasst werden kann, und dessen volle Erkenntnis daher nur den, immerhin schon im Gang des Unterrichts stufenweise vorzubereitenden, Abschluss des gesamten physikalischen Schulunterrichts bilden kann. Die Grundanschauungen der Bewegungslehre sind, ebenso wie die Wellenlehre, von den Lehrplänen weislich nach UI verlegt, haben also im Unterkursus noch keine irgend hervorragende Stelle zu beanspruchen; die umgekehrt quadratischen Kraftwirkungen werden sich frühestens in O II gelegentlich der (wirklich auszuführenden) Coulombschen Versuche zu mehr als angelerntem Verständnis bringen lassen; das molekulare Gleichgewicht mit seinen Störungen vollends wird auch auf der Oberstufe nur flüchtig berührt werden können, da es einstweilen noch zu den umstrittensten Gegenständen der Forschung, insbesondere der physikalischen Chemie gehört. Und schliesslich „Errungenschaften“ der Erkenntnis im prägnanten Sinn des Wortes gehören überhaupt nicht auf die Unterstufe; sondern was unsere Jugend auf dieser Stufe lernen soll, kann nur folgendes sein: sie soll die Dinge sehen und die Vorgänge in ihrem Verlauf richtig begreifen lernen; dazu gehört nicht, dass sie jeden einzelnen Vorgang unter das allgemeinste Prinzip zu subsumieren vermag, sondern dass sie sich im gegebenen Fall den Zusammenhang von Ursache und Wirkung klar zu machen weiss. Das Ziel dieser Unterrichtsstufe ist erreicht, wenn das Bewusstsein von der unverbrüchlichen Gültigkeit des Causalgesetzes erzeugt und die Fähigkeit geweckt ist, einfachere physikalische Vorgänge von diesem Gesichtspunkte zu betrachten und zu verstehen. Der Verfasser macht für seine Forderung den Grundsatz geltend, das Beste (in diesem Fall das Wissenschaftlichste) sei für unsere Jugend gerade gut genug. Aber das Beste ist überall nicht das Mitgeteilte, sondern das durch eigene geistige Arbeit Erworbene, und für diese Arbeit, soweit sie den letzten Zielen physikalischer Erkenntnis gilt, ist eben der jugendliche Geist auf der Stufe, um die es sich handelt, noch nicht reif. Was auf die vom Verf. vorgeschlagene Weise erreicht wird, ist höchstens, dass die Schüler nach vorgefassten Ansichten über die Dinge zu reden und abzuurteilen sich gewöhnen, während sie lernen sollen, auf die Sprache der Dinge zu hören und einen reinen Thatbestand ohne Voreingenommenheit aufzufassen; hierin liegt die gesundeste Vorbildung für das praktische Leben wie für jeden wissenschaftlichen Beruf.

Dass wir dem Verfasser nicht Unrecht thun, wenn wir ihm die Vorliebe für theoretische Betrachtung zum Vorwurf machen und hier einen fundamentalen Gegensatz zu der von uns vertretenen Auffassung erkennen, dies erhellt auch aus folgenden Äusserungen des Verfassers: „Die Teilnahme des Schülers gilt hier (bei „bildmässiger“ Behandlung des Stoffes) vorweg dem Gedankeninhalt des Gebiets und der selbständigen Bergung seiner besten Schätze“ (363). „Der Lehrer wird sich so einrichten, dass er in beständiger Beziehung zu den realen Verhältnissen des Lebens bleibt, ohne doch jemals das wahre und auch für diese Stufe allein sichere Fundament, die theoretische Grundlage, zu verlassen“ (364). Auch hier tritt jene vorher bemerkte Überschätzung des Theoretischen hervor, gegen die wir uns aufs nachdrücklichste wenden möchten. Ein Denken über die Dinge, ein Reden von den Dingen ist so zu erzielen,

aber dass es ein sicheres Wissen von den Dingen und Vorgängen der Wirklichkeit giebt (*d. Zeitschr. I 1*), diese Überzeugung ist auf solchem Wege nicht zu gewinnen, sondern nur auf dem mühsamen Wege des langsamen Fortschreitens, Vergleichens, Erweiterns. Wollte man die Thatsachen in ein fertiges Fachwerk einreihen, wie den Einschlag in die Kette eines Gewebes, so würde man damit auf die Aufgabe verzichten, den jugendlichen Geist in das naturwissenschaftliche Denken einzuführen (dessen Betonung im Rahmen unseres heutigen Unterrichtswesens nicht so gleichgültig ist, wie des Verfassers Bemerkungen S. 286 glauben machen wollen, man vergl. dagegen Höfler, *d. Zeitschr. II 8*); vielmehr sind die Thatsachen Glied für Glied aneinanderzureihen, nicht nach fest vorliegenden Prinzipien, sondern nach den einfachen psychologischen Gesetzen der Association und causalen Verknüpfung; bis endlich beim Fortschreiten des Gewebes sich ein durchgehendes Gesetz immer deutlicher zu erkennen giebt, nicht als ein den Dingen vom Geiste aufgezwungenes, sondern als ein aus den Dingen selbst dem betrachtenden Geiste sich kundgebendes, allerdings dann von diesem wiederum an die weiteren Thatsachen herangebrachtes. (Als Beispiel sei etwa an das Gesetz von Kraft und Weg, in seiner einfachsten Gestalt bei den einfachen Maschinen, gedacht). Das aber ist gerade das Grosse an allen Bethätigungen naturwissenschaftlichen Denkens, dass der Geist sich nicht ideologischer Überhebung hingiebt, sondern klar am Leitfaden der Wirklichkeit zu denken genötigt bleibt.

Wenden wir uns nun zu den Einzelbeispielen, die sich, wenn auch spärlich und mehr andeutungsweise, in den Aufsatz eingestreut finden, so zeigt sich hier unser Urteil über die allgemeine Auffassung des Verfassers bestätigt. Allerdings weiss er den Verlauf einer Lehrstunde im allgemeinen sehr fesselnd und wirkungsvoll darzustellen: „Man knüpft an die Beobachtungen der Schüler an, welche sie im Leben des Hauses und auf der Strasse zu machen gewohnt sind, sucht sie möglichst nachdrücklich und zahlreich zum Erzählen anzuregen und tritt nur ergänzend ein. Schliesslich kommt eine ansehnliche Fülle von Erscheinungen zusammen, welche unter der fast unmerklichen Leitung des Lehrers ihre Gruppierung erfahren. Ist die Scheu der Schüler, sich an der allgemeinen Gedankenarbeit zu beteiligen, überwunden, so kommt man oft in die Lage, ihren übersprudelnden Wetteifer mässigen zu müssen, und es gelingt leicht, in belebter Wechselrede ihre Aufmerksamkeit auf gewisse, in den erwähnten Erscheinungen ruhende Probleme zu lenken, welche sie bisher die Macht der Gewohnheit hat übersehen lassen. Nun tritt gleich der Versuch in seine Rechte. In dieser Weise wäre nicht nur im Anfang zu verfahren, sondern in jeden neuen Anschauungskreis einzuführen Das eben erwähnte Einsetzen des Versuches verlangt viel Sorgfalt in der Auswahl, hier muss Schritt für Schritt erwogen, alles von schlagender Beweiskraft, thunlichst einfach in der Anordnung und ein Misslingen ausgeschlossen sein“ (361).

Aber mit dieser anscheinenden Wertschätzung des Thatsächlichen verbindet sich wiederum eine Geringschätzung des physikalischen Stoffes als solchen, der auch den stutzig machen muss, den die eben citierten Ausführungen sympathisch berührt haben. Bei der Wärmelehre heisst es: „Freilich hört man bisweilen die Meinung äussern, dass die Kenntnis des Gebildeten auf diesen . . . Gebieten billigen Anforderungen dann genüge, wenn er über Einrichtung und Gebrauch eines Thermometers und Barometers, über das Hauptsächlichste der Rolle des Wasserdampfes in Atmosphäre und Dampfkessel, über Heber, Pumpen und Spritzen, über Bedeutung und Ermittlung der Dichte und einige andere einfache diesen Dingen nabeliegende Vorgänge einigermaassen unterrichtet ist. Allein dem Physiker, welcher in gleichem Maasse für seine Erziehungs- und Lehraufgaben wie für seine Wissenschaft begeistert ist, wird es nicht genügen, den Schüler mit der alltäglichen Scheidemünze zu versehen, wo er im Stande ist, ihm nicht nur diese, sondern obenein einen gewissen Reichtum an Kenntnissen und Urteilsfähigkeit in dem Golde allgemeiner und beherrschender Anschauungen zu übermitteln“ (195). Aus dem abfälligen Urteil über die genannten Einzelheiten der Wärmelehre klingt wieder die

Überschätzung der Theorie und der Mangel an Respekt vor der Wirklichkeit hervor, der schon oben berührt ist. Die Thatsachen werden erst interessant, wenn sie sich als Material für das zusammenfassende Denken verwenden lassen. Darum urteilt der Verfasser auch gelegentlich der Hydro- und Aerostatik, er könne es nicht als gerechtfertigt ansehen, wenn ein bedeutender Bruchteil der Stundenzahl nur dazu verwendet wird, um den Schüler mit diesem herausgehobenen Kapitel bekannt zu machen, das sich dann doch im wesentlichen auf die Betrachtung des Flüssigkeits- und Luftdrucks beschränken, und auf die Darlegung der zahlreichen, im Naturhaushalte und bei industriellen Anlagen täglich wiederkehrenden und mitwirkenden Erscheinungen der Diffusion, der Grenz Zustände, der Energiewandlungen und vieler anderer verwandter Beziehungen verzichten muss“ (194)! In der Mechanik wird von dem Schüler verlangt: „er soll bei einer Änderung einer Bewegungsform nach ihren Ursachen, bei Fällen des Gleichgewichts der Ruhe oder der Bewegung nach ihren Bedingungen fragen und mit den wesentlichsten Mitteln zu einer ihm befriedigenden Beantwortung dieser Fragen ausgerüstet sein“ (360) — Forderungen, die kaum von einem besonders befähigten Primaner nach Absolvierung des ganzen Kursus einigermaassen befriedigend erfüllt werden dürften. Was soll man aber gar zu Folgendem sagen: „Der Anblick der zahlreichen Verwendungsarten strömender Elektrizität soll ihn (den Schüler) nicht verwirren, sondern dem werkthätigen (?) Bewusstsein in ihm begegnen, dass sich auch verwickeltere Formen, welche er nicht zu kennen braucht, durch Anwendung des Ohmschen Gesetzes und seiner zwar elementaren, aber fundamentalen Kenntnisse über Stromverzweigung und Stromwirkung entwirren lassen“ (360)? Ich zweifle nicht, dass man die Formel $i = e/w$ einprägen und auch die Kirchhoffschen Formeln für die Stromverzweigung durchnehmen kann; aber eine wirkliche Föhlung mit den dem Ohmschen Gesetze zu Grunde liegenden realen Verhältnissen wird nur aus einer durch viele Unterrichtsstunden hindurchgeführten eindringenden Erörterung der in Betracht kommenden Grössen und Wirkungen gewonnen, es kann gar nicht daran gedacht werden, dass ein sachgemässes Urteil hierüber innerhalb des Rahmens der verfügbaren Zeit zu erreichen wäre, wenn man auch nur die Anforderungen des Lehrplans und nicht die weit darüber hinausgehenden des Verfassers ins Auge fasst. Von dem chemischen, überwiegend wohl auf $\frac{1}{4}$ Jahr beschränkten Vorkursus verlangt er, dass „die chemischen Thatsachen stets in Beziehung gesetzt werden zu den thermischen und mechanischen Prinzipien der Zustandsänderungen“. Ich gestehe, nicht einmal zu wissen, wie es anzufangen wäre, dass man den Untersekundanern diese Beziehungen klar macht, geschweige, dass ich davon irgend einen Erfolg für ihr Verständnis der Naturerscheinungen erwartete. Eine exakte und sachliche Einführung in die Lehre von der Verbrennung nach den auch vom Verf. anerkannten methodischen Vorbildern wird für sie erspriesslicher sein als das Pflücken solcher unreifen Früchte, deren Genuss hintennach nur das blasiert machende Gefühl, alles gehabt zu haben, im Bewusstsein zurücklässt, an wirklicher naturwissenschaftlicher Bildung aber nichts zu fördern vermag. —

In einem Schlussartikel (Heft 8) behandelt der Verfasser organisatorische Fragen. Bezüglich der Lehrbuchreform werden ihm sicher viele Fachgenossen darin beistimmen, dass keins der einschlägigen Lehrbücher für die Unterstufe allen berechtigten Anforderungen genüge. Er verlangt von einem solchen Lehrbuch: „möglichste Kürze, verbunden mit grösster Klarheit und Wissenschaftlichkeit in der Fassung des Gesetzmässigen, Beschränkung auf die notwendigsten Herleitungen typischer Gattung und auch diese nur in knappster Form, eine Ordnung, welche frei von jedem systematischen Zwange aus der Natur des dargebotenen Stoffes organisch hervorgeht, vollständiges Fernhalten irgend welcher Ausführungen und Entwicklungen, welche den Lehrer in der Gestaltung des Unterrichts nach seinem eigenen Ermessen hinsichtlich der Stoffumgrenzung und in der Wahl seiner methodischen Hilfsmittel — der experimentellen und der dialektischen — irgendwie behindern könnten, eine weitgehende Sparsamkeit in der Beigabe von Figuren,

welche an den wenigen Stellen, wo sie unumgänglich sein sollten, einen rein schematischen Charakter tragen müssen, damit die eigene Zeichenthätigkeit des Schülers gegenüber den wirklich gesehenen Apparaten und Versuchen voll ausgenutzt werden kann, Einfügung der wichtigsten historischen Daten und eine tadellose Ausstattung namentlich in Betreff der Übersichtlichkeit des Druckes“ (415). Bei dieser Gelegenheit spricht sich der Verfasser auch mit wohlthuernder Entschiedenheit gegen strenge Abstraktionen und für unmittelbare Anschaulichkeit aus. Wir können nur nicht einsehen, wie die früher erwähnten allgemeinen Ziele ohne solche Abstraktionen als erreichbar auch nur vorgestellt werden können. Überaus beachtenswert ist, was der Verfasser gegen die Überschätzung logischer Operationen sagt: „ein logischer Absolutismus ist auf dieser Stufe, wie ja meistens in der Praxis, eine Unmöglichkeit, und alles, was sich dafür ausgiebt, muss als mehr oder weniger frommer Betrug bezeichnet werden“ (416).

Was das neuerdings öfter ausgesprochene Verlangen nach Vermehrung der Zahl der physikalischen Lehrstunden betrifft, so hält der Verfasser mit Noack (*d. Ztschr. IV 164*) dafür, dass Resolutionen, die hierauf abzielen, zur Zeit nicht praktisch sind; auch er glaubt aber an das Recht der physikalischen Wissenschaft auf eine dominierende Stellung in der späteren Entwicklung unserer Lehrverfassung. Für den Augenblick dagegen spricht er mit Entschiedenheit den Wunsch nach reichlicheren Mitteln für die Zwecke dieses Unterrichtes aus und motiviert diesen Wunsch auf das nachdrücklichste. Auch fordert er eine angemessene Honorierung der Custodenthätigkeit und weist schliesslich auf die Notwendigkeit radikaler Änderung in der universitären Vorbildung für das höhere Lehramt hin. —

Wir hoffen in diesem ungewöhnlich ausgedehnten Bericht den wesentlichen Auffassungen des Verfassers gerecht geworden zu sein. Sollte er sich dennoch in mancher Hinsicht missverstanden fühlen, so würde dies weniger in einem etwaigen „Unvermögen des Ausdrucks“ als vielmehr darin seinen Grund finden, dass bei ihm gewisse theoretische Voreingenommenheiten mit einem lebendigen pädagogischen Taktgefühl zu einer widerspruchsvollen Verbindung verschmolzen sind.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Windräder als Betriebsmotoren für kleinere elektrische Anlagen. *La Lum. él.* macht über eine solche Anlage für das Landhaus eines Herrn de Ruz zu Saint-Lunaire folgende Angaben: Ein Windrad System Eclipse von 3,4 m Durchmesser ist auf einen viereckigen gemauerten Turm in einer Höhe von 10 m über dem Boden aufgesetzt. Es macht 25 Umdrehungen in der Minute bei einem Winde von der Geschwindigkeit 6 m/sec. Die Übertragung geschieht durch Zahnradübersetzung und Riemenantrieb der Dynamo, welche 25 Volt und 20 Ampère bei 350 Umdrehungen in der Minute giebt. Ein Centrifugalregulator stellt einen Ein- und Ausschalter, welcher, je nach der vom Winde dem Motor erteilten Geschwindigkeit, 3, 6, 9 oder 12 Sammler ein- oder ausschaltet. Die Sammlerbatterie ist in Gruppen von je 3 Zellen angeordnet und ein besonderer Kommutator gestattet, diese Gruppen derart in den Stromkreis einzuschalten, dass sie sich alle gleichmässig laden. Eine von einem Elektromotor betriebene Pumpe hebt Wasser in ein auf dem Dache des Hauses befindliches Sammelgefäss, von wo es nach den einzelnen Zimmern verteilt wird. Die Beleuchtung umfasst etwa 25 Lampen.

(*Elektrotechn. Zeitschr. XIV 606, 1893.*)

Gefährlichkeit benachbarter Gas- und elektrischer Leitungen. Herr J. TROWBRIDGE macht in einer Abhandlung über *Oscillations of Lightning Discharges and of the Aurora Borealis* (*Amer. Journ. Sept. 1893 = Phil. Mag. Okt. 1893*) auf eine eigentümliche Gefahr aufmerksam, welche durch zu grosse Nähe neben einander gelegter Leitungen für Gas- und elektrische Beleuchtung entstehen kann. Er schreibt: „Während eines kürzlichen Besuches in einem Sommerhotel, welches durch Glühlicht erleuchtet wurde, habe ich mit

grossem Interesse bemerkt, dass die Lampen bei jeder Blitzentladung schwach leuchteten, obwohl die Zeit, welche zwischen dem Aufleuchten und Donner verstrich, darauf hinwies, dass das Gewitter ziemlich entfernt war. Diese Wirkung rührte zweifellos von der Induktion her, welche durch die Oscillationen der Blitzentladungen hervorgerufen wurde; denn bei starken und nahen Entladungen wurden die Lichter vollständig ausgelöscht, obwohl keine Bleisicherungen durchgebrannt waren. Meine Beobachtung über diese Wirkung des Blitzes auf elektrische Beleuchtungsstromkreise bringt mich zu der Ansicht, dass die Gewohnheit, elektrische Lichtleitungen an Gasröhren entlang zu legen, mit grosser Gefahr verbunden ist. Wenn an den Verbindungsstellen oder an einer anderen Stelle der Gasleitungen die geringste Gasentweichung stattfindet, können elektrische Funken, welche entweder durch Resonanzwirkungen oder durch gewöhnlichen Übergang einer durch die elektrischen Drähte in das Haus gebrachten elektrischen Ladung zur Erde entstehen können, das entweichende Gas entzünden und einen unerklärlichen Brand verursachen. Ein solcher Brand wurde in dem Hotel, in welchem ich das Leuchten der Glühlampen während eines Gewitters beobachtete, nur durch die Aufmerksamkeit eines Dieners abgewandt, welcher aus einer kleinen Öffnung einer in der Nähe von Holzteilen gelegten Gasleitung eine Gasflamme hervordringen sah. Während der Gewitters hatte ein kleiner elektrischer Funken das entweichende Gas entzündet. Elektrische Lichtleitungen und Gasröhren sollen daher niemals in unmittelbarer Nähe neben einander liegen, da keine Blitzschutzvorrichtung das Entstehen kleiner Funken, die in manchen Fällen von Resonanzwirkungen herrühren können, verhindern kann.“

Reinigen polierter Metallgegenstände. Man mischt in einer Flasche 1 Liter Petroleum und 20 Gramm geschabtes Paraffin und lässt das Gemisch einige Tage unter öfterem Umschütteln digerieren. Man befeuchtet einen wollenen Lappen mit der jedesmal umzuschüttelnden Flüssigkeit und reibt den zu reinigenden Gegenstand gut damit ab. Bei veralteten Flecken kann man die Flüssigkeit auch mit einem Pinsel auftragen und eine Zeit lang darauf einwirken lassen. (Central-Zeitung f. Optik und Mechanik XIV 248.)

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Handbuch der anorganischen Chemie. Unter Mitwirkung von Dr. Gadebusch, Dr. Hastinger, Dr. Lorenz, Prof. Dr. Nernst, Dr. Philipp, Prof. Dr. Schellbach, Prof. Dr. v. Sommaruga, Dr. Stavenhagen, Prof. Dr. Zeisel herausgegeben von Dr. O. Dammer. Bd. I 751 S., Bd. III 967 S. Stuttgart, Ferdinand Encke.

Wenngleich von den drei Bänden des Werkes nur Band I und Band III fertig vorliegen, mag der Wichtigkeit des Werkes wegen schon jetzt auf dasselbe hingewiesen werden, indem eine eingehendere Besprechung für später vorbehalten wird. Das Buch kommt dem Bedürfnis nach einem wissenschaftlichen Nachschlagewerk in der anorganischen Chemie, das dem heutigen Stande der Wissenschaft entspricht, voll und ganz entgegen.

Der erste Band umfasst zunächst einen Überblick über die physikalische Chemie (von Nernst), der auch die neusten Forschungen berücksichtigt. Dem physikalischen Teile schliesst sich die Verwandtschaftslehre in zwei Abschnitten (Umwandlungen der Materie und Umwandlungen der Energie) an. Darauf folgt die Besprechung der einzelnen Elemente und ihrer Verbindungen in einer Anordnung, die dem natürlichen System entspricht. Von den Verbindungen werden immer nur diejenigen erörtert, welche zwischen dem Element und früher besprochenen Elementen vorhanden sind. Eine Abweichung hat nur bei selteneren Elementen stattgefunden (*Ce Di Er* u. s. w.); hier sind alle Verbindungen, auch solche mit später besprochenen Elementen, zusammengestellt.

Der erste Band enthält die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor (Halogene im Allgemeinen) Schwefel, Selen, Tellur. Ausserdem ist eine synchrone Zusammenstellung der wichtigsten chemischen Zeitschriften und ein alphabetisches Sachregister gegeben. Bei der Zusammenstellung der Zeitschriften ist von Vollständigkeit abgesehen; auch wäre es richtiger gewesen, wenn hier die gebrauchten Abkürzungen hinzugefügt und letztere besser gewählt wären. Die einzelnen Artikel sind von den Verfassern unterzeichnet.

Der dritte Band enthält die Besprechung folgender Körper: Yttrium, Cer, Lauthan,

Didym (Neodidym und Praseodym), Erbium (Holmium, Thulium, Dysprosiun), Terbium, Gadolinium, Samarium, Decipium, Yttrium, Bor, Aluminium (Glas, Mörtel, Thonwaaren, Ultramarin), Scandium, Gallium, Indium, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran, Vanadium, Tantal, Niobium, Gold, Platin, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Iridium, Osmium, und das alphabetische Sachregister. Die Disposition ist im Wesentlichen: Historisches, Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften. Das Technologische ist nicht berücksichtigt, ebenso sind Beschreibungen von Versuchen nicht gegeben, da beides nicht dem Zwecke des Werkes entspricht, das einen vollständigen Überblick über die Kenntnisse des Gebietes geben soll und giebt. Grössere tabellarische Zusammenstellungen sind in Aussicht gestellt. *Schwalbe.*

Kurzes Lehrbuch der Chemie nach den neuesten Forschungen der Wissenschaft von Professor Dr. W. Ramsay. Unter Mitwirkung des Verfassers bearbeitet von Dr. G. C. Schmidt. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen. Anklam, A. Schmidt, 1893. X und 446 S. Brosch. M. 4,50, geb. M. 5,40.

In der von W. Ramsay unterschriebenen Einleitung wird bemerkt, dass das Buch zum Gebrauch an Universitäten, Akademien und Schulen bestimmt ist. Da dasselbe die organische Chemie in ziemlichem Umfange (273 bis 446) berücksichtigt und dabei die Theorie der Zusammensetzung wesentlich betont, könnte es mit Nutzen nur auf der Oberstufe von neunklassigen Realanstalten verwendet werden. Dem ganzen Charakter nach ist es vielmehr für Hochschulen bestimmt, um die Repetition nach den Vorlesungen zu unterstützen und zu diesem Zwecke wohl verwendbar. Das Werk zerfällt in drei Teile: I. Physikalische Chemie, II. Anorganische Chemie, III. Organische Chemie.

In dem ersten Teile werden die Wirkungen physikalischer Kräfte auf chemische Verbindungen und Verbindungsvorgänge unter Berücksichtigung der neueren Theorien erörtert. Es ist hierbei fraglich, ob in der That z. B. das Gesetz der molekularen Dampfdruckverminderung schon so weit begründet ist, dass es als allgemein geltend in einem kurzen Lehrbuch Aufnahme finden kann. Der kurze Abschnitt über Krystallographie hätte ganz fort bleiben können.

Beachtenswert ist die Anordnung des zweiten Teiles. Ehe die einzelnen Elemente betrachtet werden, werden nach Anführung des periodischen Systems die allgemeinen Darstellungsweisen der Elemente gegeben und diese dann einzeln dem System nach besprochen, hierauf folgen die stöchiometrischen Grundgesetze und allgemeinen Methoden der Darstellung der chemischen Verbindungen, dann werden die vier typischen Verbindungen HCl , H_2O , NH_3 , CH_4 erörtert und nun folgen die Verbindungen der Elemente und zwar zuerst die Halogenverbindungen, geordnet nach den zwölf natürlichen Gruppen der Elemente, dann die Oxyde und Sulfide (einschliesslich der entsprechenden Salze), ebenso geordnet, und in kurzer Darstellung die Boride, Silicide, Nitride und Phosphide, Arsenide und Antimonide, woran sich die Angabe einiger Legierungen schliesst. Der Anhang bringt eine kurze Darstellung der Dissociationstheorie. Die organische Chemie (III) zerfällt in die Einleitung und den speziellen Teil. Bei letzterem ist ebenfalls eine zusammenfassende Gruppierung und eine Einordnung nach allgemeinen Prinzipien fest gehalten. Die erste Klasse umfasst die Fettkörper oder Methanderivate, die zweite die aromatischen Körper (Körper mit Ringformeln). Die Glycoside und Körper unbekannter Konstitution bilden den Schluss.

Der zweite Teil enthält in seiner methodischen Darstellung vieles, was auch für den Schulunterricht von grossem Interesse ist und in demselben verwertet werden kann. Dadurch dass der Anfänger zunächst mit den Elementen bekannt gemacht wird, gewinnt er einen Überblick über die vorhandenen Stoffe. Wiederholt hat früher Referent es als sehr fruchtbar gefunden, wenn dem Schüler die wichtigsten Elemente mit ihren Eigenschaften ohne auf die Darstellung einzugehen kurz vorgeführt wurden. Dieselben dienen dann zu einer Anleitung zur Beschreibung der Stoffe und zur Übung in zusammenfassender Darstellung des Gesehenen und Beobachteten. — Es be- rührt sich das Buch von Ramsay in sehr vielen Punkten mit den Anschauungen und Prinzipien, welche Lothar Meyer in einer Sitzung der deutschen chemischen Gesellschaft vortrug (*Ber. d. d. chemischen Gesellschaft, XXVI. Jahrg., No. 10 S. 1230 bis 1250*). Dieser Vortrag ist besonders dadurch wichtig, dass er zu den wenigen Veröffentlichungen über Methodik des Universitätsunterrichtes gehört. Wenn die Methode der Universitätsvorträge und die Prinzipien, die dabei verfolgt werden, von den Professoren bekannt gegeben würden, könnte auch der Schulunterricht gewiss manche Vorteile daraus ziehen, wie umgekehrt auch die Dozenten der Hochschulen aus den methodischen Darstellungen des Unterrichtsstoffes für Schulen wohl verwertbare Gesichtspunkte finden könnten. Ein weiteres Eingehen auf den Vortrag von L. Meyer gelegentlich dieser kurzen Besprechung ist nicht thunlich. Ein ausführlicheres Referat darüber wird an einer anderen Stelle dieser Zeitschrift gegeben werden. *Schwalbe.*

Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien. Ein Handbuch für Chemiker, Mediziner und Pharmazeuten. Von Dr. Lassar-Cohn. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 42 Figuren im Text. Hamburg und Leipzig. Leopold Voss. 1893. X und 526 S. 8°. 7,50 M.

Die Anzeige der ersten Auflage findet sich diese Zeitschr. (IV 321). Das schnelle Erscheinen einer zweiten Auflage spricht dafür, dass das Buch für die in der Ueberschrift genannten Kreise sehr gut brauchbar ist, was schon damals hervorgehoben wurde. Die neue Auflage ist bedeutend vermehrt, 526 S. gegen 339 S., und enthält einen neuen Abschnitt „Diazotieren.“

In Beziehung auf die Journalabkürzungen wäre es wünschenswerth gewesen, wenn die Abkürzungen sich den allgemein gebräuchlichen (in den *Beibl.*, *Fortschr. d. Chemie*, *Fortschr. d. Physik* u. s. w.) enger angeschlossen hätten, oder die Abkürzungen so gestaltet wären, dass sie einen Rückschluss auf das Journal gestatten.

Schwalbe.

Die Thermodynamik in der Chemie. Von J. J. van Laar. Mit einem Vorwort von J. H. van't Hoff. 15 Holzschnitte. Amsterdam, van Looy, H. Gerlings; Leipzig, H. Engelmann, 1893. 196 S. M. 7,—.

Bei der grossen Bedeutung, die die thermodynamischen Sätze innerhalb des letzten Jahrzehnts für die theoretische Chemie gewonnen haben, ist es gewiss ein dankenswertes und notwendiges Unternehmen, dem Chemiker diese Sätze in verständlicher Form zu bieten. Referent hat bei seinem unausgesetzten Verkehr mit Chemikern der verschiedensten Richtungen leider nur zu häufig Gelegenheit zu beobachten, dass es eine verschwindende Minderzahl ist, die über eine ausreichende mathematische Bildung verfügt, um die wichtigen Originalabhandlungen zu studieren und sich über die tiefgreifende Umgestaltung der modernen Anschauungen Rechenschaft zu geben.

Ob das vorliegende Buch den Zweck erfüllen wird, der dem Verfasser bei der Abfassung desselben vorschwebte, erlaubt sich Referent auf Grund seiner Erfahrungen im Hörsaal und im Laboratorium zu bezweifeln. Der Verfasser überschätzt von Anfang an das mathematische Wissen der Mehrzahl der Chemiker so wie deren Geübtheit mit algebraischen Formeln einen bestimmten physikalischen Sinn zu verbinden. Man merkt der ganzen Darstellung an, dass dem Verfasser die Formeln als Formeln mathematische Freude bereiten, gleichviel ob dieselben durchaus nötig sind für die spätere Entwicklung oder nicht. Dazu kommt noch die störende Gewohnheit, für jeden partiellen Differentialquotienten womöglich eine eigene Bezeichnung einzuführen, wodurch an die Geduld und das Gedächtnis des Lesers ganz unbillige Anforderungen gestellt werden.

Schliesslich ist es im hohen Grade bedauerlich, dass der Verfasser, der des Deutschen offenbar nicht vollkommen mächtig ist, die Korrekturen nicht von einem deutschen Fachgenossen hat besorgen lassen, da im Text, abgesehen von unnötigen stilistischen Härten, Sprachfehler vorkommen, die man dem Ausländer im Gespräche gerne nachsieht, die aber in einem gedruckten Buch verletzen.

H. Jahn, Berlin.

Elasticität und Electricität. Von Dr. R. Reiff, Professor am Gymnasium zu Heilbronn. Freiburg i. B. u. Leipzig, J. C. B. Mohr, 1893. X u. 181 S. 5 M.

Die interessante, gewandt und klar geschriebene Arbeit führt gewisse Analogieen zwischen der Theorie der Elasticität und der Theorie der Electricität vollständig durch und zwar derart, dass jedem elektrischen Problem das entsprechende Problem der Elasticitätstheorie gegenübergestellt werden kann. Der Verfasser geht von der Theorie des Thomsouschen quasi-elastischen Mediums aus, bei dem die Drehungscomponenten die Drucke des Mediums bestimmen. Er ordnet die elektrischen Erscheinungen den Wirbelbewegungen und die magnetischen Erscheinungen den Strömungsbewegungen zu. In der Einleitung setzt er sich mit den verwandten Theorien von Glazebrook, Boltzmann, Sommerfeld und Lodge auseinander. Das Buch zerfällt in 6 Abschnitte: Die Differentialgleichungen des elastischen und des absorbierenden Mediums; die Analogieen zu den Erscheinungen der ruhenden Electricität; die Analogieen zu den Erscheinungen der stationären Ströme und des ruhenden Magnetismus; die Beziehungen zwischen der Wirbelbewegung und den Geschwindigkeiten, Elektromagnetismus; die Induktionserscheinungen in absorbierenden und elastischen Körpern; Anwendungen auf die Optik, Deutung der Rowlandschen Drehungscomponente. Der Verfasser hebt ausdrücklich hervor, dass er nicht beabsichtige, eine mechanische Theorie der elektrischen Erscheinungen zu geben, wie sie z. B. bereits vor hundertunddreissig Jahren Euler in seinen Briefen an eine deutsche Prinzessin aufzustellen versuchte.

H.

Die Spannungs-Elektrizität. Eine Anleitung zur Anfertigung und Behandlung der zur Spannungs-Elektrizität gehörigen Apparate, zur Anstellung der damit vorzunehmenden Versuche und zur Ableitung der daraus folgenden Regeln und Gesetze. Nach methodischen Grundsätzen bearbeitet von Professor W. Weiler. Mit 179 Abbildungen und einer Figurentafel. Magdeburg, A. und R. Faber, 1893. Polytechnische Bibliothek II. Teil. 176 S. M. 4,—.

Der Verfasser schöpft in diesem Werkchen aus reicher praktischer Erfahrung. mit wenigen Ausnahmen hat er die von ihm selbst angefertigten Apparate der Darstellung zu Grunde gelegt. Überdies hat er die in den letzten Jahren veröffentlichten einschlägigen Versuche, so die von Antolik, Kolbe, Elster und Geitel in dieser Zeitschrift beschriebenen, für seinen Zweck verwertet und so einen Leitfaden geschaffen, der in gedrängter Kürze die wesentlichen Thatsachen der Elektrostatik aufs anschaulichste erläutert. An einzelnen Stellen würde wohl bei einer neuen Auflage noch ein Ausdruck zu bessern sein, so bei der Potential-Definition S. 44; zu Exners Elektroskop (S. 15) dürfte der Name des Erfinders nicht fehlen; die Angaben über die Geschwindigkeit der Elektrizität in Drähten nach W. Siemens sind ungenau, der Name Wimshurst ist auch im Druckfehlerverzeichnis noch falsch geschrieben. Recht anregend, wesentlich für den Laien, ist das Schlusskapitel mit der Überschrift „Was ist Elektrizität“. Die dem Buch beigegebene Figurentafel enthält die unseren Lesern aus dieser Zeitschrift (V 5) bekannten Antolikschen Figuren. P.

Leitfaden der Physik und Chemie mit Berücksichtigung der Mineralogie. Für die oberen Klassen von Bürgerschulen, höheren Töchterschulen und anderen höheren Lehranstalten in zwei Kursen bearbeitet von A. Sattler, Schulinspektor. Elfte verbesserte Auflage. Mit 236 eingedruckten Holzstichen. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1893. VIII und 144 S. 0,80 M.

Das Werkchen hat in fünfzehn Jahren zwölf Auflagen erlebt; ein Erfolg, zu welchem der recht geringe Preis und die sehr vielen Abbildungen wohl nicht wenig beigetragen haben. Bei der Herstellung der zehnten Auflage war das Buch gründlich umgearbeitet und erweitert worden; vor allem wurde mit dem chemischen Teile noch einiges aus der Mineralogie, Anthropologie und Gesundheitslehre verknüpft. Dadurch ist aber der gebotene Stoff bedenklich umfangreich und vielseitig geworden.

Die Fülle des Stoffes, welche weniger durch die Menge der zu erweisenden Thatsachen und Gesetze aus der reinen Physik und Chemie als durch die Beweise aus der alltäglichen Erfahrung und durch die Anwendungen auf Fragen des praktischen Lebens hervorgerufen wird, bedingt, da heute Niemand Physik, Chemie, Technik, Heilkunde u. s. w. zugleich beherrschen kann, notwendig mancherlei Ungenauigkeiten und Rückständigigkeiten in den Einzelheiten. Diese Fülle des Stoffes, welche zur Unterscheidung des Wichtigeren vom Unwichtigeren nötigte, und seine Verteilung auf zwei, räumlich nicht getrennte Kurse zwangen ferner zu einem angeblich übersichtlichen Drucke, welcher neben den vielen Bildern einen unruhigen, verwirrenden Eindruck hervorruft und ausserdem die Benutzung des Buches im Unterricht erschwert.

Das ursprünglich für höhere Bürgerschulen geschriebene Buch versucht in den späteren Auflagen zugleich auch die Bedürfnisse der höheren Töchterschulen zu berücksichtigen. Damit hat sich der Verfasser aber eine unlösbare Aufgabe gestellt, da die Vorstellungswelt und der Erfahrungsbereich der Knaben und Mädchen aus den besseren Kreisen zu sehr von einander abweichen, und ausserdem die höhere Mädchenschule, wenigstens in Preussen, grundsätzlich die Raumanschauung bei ihren Schülerinnen nur wenig entwickelt. H.

Programm-Abhandlungen.

Brunnenwasser aus der Umgebung Saalfelds. Von Direktor Prof. Dr. Pinzger, Herzogl. Realgymnasium zu Saalfeld, S.-M. Ostern 1893. Pr. No. 706. 17 S. 80.

Aus Anlass des Versagens einer neu angelegten Wasserleitung Saalfelds infolge der Dürre des Sommers 1892 hat sich der Verfasser der mühevollen und für die betreffenden Ortsbehörden gewiss dankenswerten Aufgabe unnerzogen, elf Brunnen der Umgebung Saalfelds näher zu erforschen. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Feststellung der Temperatur, Farbe, Abdampfdruckstände, Härte, die Bestimmung von Schwefelsäure, Chlor, Ammoniak und salpetriger Säure. — Am Schluss giebt der Verfasser zwei zweckentsprechende Winke für die Praxis maassanalytischer Bestimmungen. Er suchte diejenige Menge Wassers zu bestimmen, welche bei blos oberflächlichem Ausgiessen eines cylindrischen Gefässes durch Adhäsion zurückgehalten wird, und

fand für den qcm 0,414 mg Wasser. Für die Abmessung kleiner Volumen oder Gewichte von Flüssigkeiten und Lösungen empfiehlt er die bekannten Tropffläschchen der Apotheken zu verwenden und denselben behufs gleichförmiger Tropfenbildung vorn am Ansatz einen möglichst kugelrunden Glastropfen anzuschmelzen. „Die Grösse resp. das Gewicht eines Tropfens wird alsdann durch einmalige Wägung von 50 oder 100 Tropfen Wassers von 15° C., die man auf ein Uhrglas fallen lässt, für jedes Fläschchen ein- für allemal festgestellt.“ *O. Ohmann.*

Die kritische Temperatur. Vom Oberlehrer Gerber. Städt. Realgymnasium zu Stargard i. P. Ostern 1893. 22 S.

Eine der Bedingungen für die Möglichkeit, dass ein Gas flüssig wird, soll darin bestehen, dass die Temperatur nie einen gewissen Grad, die kritische Temperatur, überschreiten dürfe, weil sonst der flüssige Zustand unmöglich sei. Der Verfasser sieht in dieser Bedingung nicht den Ausdruck gewisser Beobachtungen, sondern eine von mehreren möglichen Deutungen solcher. Um festzustellen, ob die vorhandenen Beobachtungen zu einer endgültigen Entscheidung genügen, oder inwieweit sichere Schlüsse aus ihnen gezogen werden können, unterwirft er die darauf bezüglichen Arbeiten von Cagniard de la Tour und Andrews, van der Waals und anderer Theoretikern, Ramsay und Jamin, Sigmand von Wroblewski, Cailletet und Colardeau einer eingehenden kritischen Untersuchung. Er kommt dabei zu dem merkwürdigen Ergebnis, dass die Anhänger der Andrewsschen Behauptung, dass jeder Stoff unter der kritischen Temperatur in zwei, über ihr nur in einem Zustande vorkommen könne, nichts zu ihrer Bestätigung beigetragen haben, während die Gegner sie thatsächlich zur Gewissheit erhoben, trotzdem sie das Gegenteil zu beweisen glaubten. Die ungewöhnliche Art, wie der Verfasser die Arbeiten anderer anführt, und seine Abueigung gegen Jahres- und Seitenzahlen, erschweren das Lesen, das Verständnis und die Prüfung der Abhandlung. *H.*

Versammlungen und Vereine.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung am 10. März 1893. Herr A. Kundt sprach über das Hallische Phänomen in Eisen, Kobalt und Nickel (*Berl. Ak. Ber. 1893*). — Herr W. Wien trug vor über die Änderung der Energieverteilung im Spektrum eines schwarzen Körpers, gefolgert aus dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie (*Berl. Ak. Ber. 1893*)

Sitzung am 28. April 1893. Herr F. Neesen sprach über eine neue Quecksilberluftpumpe. Der wesentliche Teil der Pumpe besteht in einer Fallröhre, welche dort, wo dieselbe durch ein Glasrohr mit dem Recipienten in Verbindung steht, umgebogen ist und dann in eine Capillare endigt, die an einem zum Zuführungsgefäss für Quecksilber leitenden Rohr angeschmolzen ist. Zunächst drückt ein Quecksilberdruck, dann bei eingetretener Verdünnung der äussere Luftdruck das Quecksilber durch die Capillare. Es sammelt sich in dem umgebogenen Teile der Fallröhre ein Quecksilbertropfen, welcher, nachdem er gross genug geworden ist, abreisst und in der Fallröhre niederfällt. Während sich nun, durch die Capillare im Zuströmen verlangsamt, neues Quecksilber sammelt, dringt die Luft aus dem Recipienten dem fallenden Tropfen nach, wird von dem neuen sich bildenden Tropfen abgeschlossen und von letzterem nach seinem Abreissen vorgeschoben. Das Volumen dieser Luft ist grösser, wie das des Tropfens, und zwar um so grösser, je weiter die Verdünnung vorschreitet. — Herr O. Frölich sprach dann über die Theorie des Elektromagnets. Der Vortragende zeigte zunächst, wie man die Theorien, welche Hopkinson und Kapp aufgestellt haben, vereinigen könne. Es wird hierdurch die Vorstellung des magnetischen Stromkreises aus Sätzen von Maxwell und Hopkinson hergeleitet. Auch die Kirchhoffschen Gesetze der Stromverzweigung lassen sich alsdann auf magnetische Stromkreise anwenden. Die graphisch bekannte Hopkinsonsche Funktion sowohl, als die von Kapp eingeführte Sättigungsfunktion lassen sich nun durch Formeln darstellen. Kennelly hatte bemerkt, dass der magnetische Widerstand für höhere Werte der Ampèrewindungen eine lineare Funktion derselben sei. Vervollständigt man diese Formel dahin, dass sie für das ganze Gebiet der Ampèrewindungen richtig ist, so lassen sich aus derselben andere Formeln gewinnen, welche die Abhängigkeit der Ampèrewindungen und des magnetischen Widerstandes von den Kraftlinien darstellen. Zweckmässig ist es, hierbei den Begriff des „Sättigungsverhältnisses“ einzuführen, d. h. das Verhältniss der vorhandenen Sättigung (σ) zu dem Sättigungsrest ($1 - \sigma$). Für die praktisch vorkommenden Sättigungen gilt die Beziehung, dass der magnetische Widerstand eine lineare Funktion des Sättigungsverhältnisses ist. Auf diese Weise wird eine Theorie gewonnen, aus welcher sich alle

den Elektromagnet betreffenden Fragen behandeln lassen. Zunächst kann man nicht nur, wie bei Hopkinson und Kapp, die Wirkung eines Elektromagnets aus den Dimensionen berechnen, sondern auch die Dimensionen aus der gewünschten Wirkung bestimmen. Auch wird es möglich, aus Beobachtungen am fertigen Elektromagnet und den Dimensionen dessen magnetische Constanten zu berechnen. Auch die Beziehung, welche am fertigen Elektromagnet zwischen den Kraftlinien und den Ampèrewindungen herrscht, lässt sich nun analytisch feststellen. Es zeigt sich, dass die bezügliche Formel, welche der Vortragende zur Grundlage einer Theorie der Dynamomaschine machte, für Elektromagnete mit geringer Luftschicht genau gilt, und dass für solche mit grösserer Luftschicht die Correction sich angeben lässt. Auch die Hysteresis oder Trägheit des Eisens lässt sich nun theoretisch mittels der für das mittlere magnetische Verhalten gefundenen Formeln und dem Begriff der Coercitivkraft, wie ihn Hopkinson aufstellte, behandeln.

Versammlung der British Association zu Nottingham.

Der grösste Teil der Sitzung der physikalischen Abteilung am 18. September wurde durch eine Besprechung des elementaren Physikunterrichts ausgefüllt.

Herr Prof. Carey Foster führte einige einfache und billige Apparate für den Unterricht in der praktischen Physik (Wärme und Elektrizitätslehre) vor. — Herr W. B. Croft behandelte den Lehrplan für den naturwissenschaftlichen Unterricht an der Winchester School, an der auf Anordnung des Privy Council die Naturwissenschaften für fast alle Knaben obligatorisch sind. Das Ziel sei, die Schüler so zu erziehen, dass sie mit dem Denken das Beobachten verbinden. Der Plan sei auch für die geeignet, welche sich später der mathematischen Physik widmen wollen und sich daher in der Jugend hauptsächlich mit Mathematik beschäftigen. Für manche Knaben bildeten die Naturwissenschaften die beste Grundlage der Erziehung. Für solche seien im allgemeinen die öffentlichen Schulen nicht geeignet; es könne aber auch für diese durch eine freie und elastische Schulordnung gesorgt werden. — Herr Prof. O. Lodge las eine Abhandlung vor, in welcher Herr A. E. Hawkins die Ergebnisse seiner Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht an öffentlichen Schulen, insbesondere an der Bedford School, niederlegte. Er beklagte tief den Einfluss der Prüfungen auf die Thätigkeit des Lehrers. — Herr Dr. Gladstone ist der Ansicht, dass die Schulapparate nicht nur billig sondern auch einfach sein sollten. Complicirte Apparate zu benutzen, sei fast ebenso gefährlich wie die Wandtafelphysik. Er stimmt mit Herrn Buckmaster darin überein, dass der Lehrer der Naturwissenschaften gewöhnlich mit Arbeit überbürdet sei. — Herr D. E. Jones betonte den letzten Punkt mit Nachdruck und versicherte, dass Fälle zu seiner Kenntnis gekommen seien, wo Lehrer nicht einmal Zeit hatten, ihre Versuche für die Schule vorzubereiten. Die Ansicht, dass die Naturwissenschaften im Gegensatz zu anderen Lehrgegenständen keine Unkosten verursachen dürften, wäre sehr zu beklagen; sie dürften in einer Schule nicht vernachlässigt oder aufgegeben werden, bloss weil sie kostspielig seien. Der physikalische Unterricht sei als Erziehungsmittel nicht genügend entwickelt worden, auch die Schulen auf dem Festlande seien in dieser Beziehung den englischen nicht viel voraus. — Herr Jones berichtete über die Methode, Experimentalphysik zu unterrichten, welche jetzt von Herrn Rintoul an der Clifton School angewandt werde. Mit Bezug auf das Daniederliegen des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen, verlangte er, dass mit den staatlichen Zuschüssen irgend eine Art Schulaufsicht verbunden werde. Wenn die schlimmen Wirkungen der Prüfungen beseitigt werden sollten, müsste eine kräftige Ordnung der öffentlichen Schulaufsicht geschaffen werden; die Aufsichtsbeamten aber müssten Unterrichtserfahrung besitzen. — Herr Prof. Fitzgerald stimmt dem zu, und Herr Dr. Lodge drückte sein Bedauern darüber aus, dass die Schuldirektoren nicht gezwungen werden könnten, solchen Erörterungen beizuwohnen. — Der Vorsitzende schloss die Verhandlung mit der Bemerkung, dass ein ernster Versuch gemacht werden müsse, die Prüfungen durch eine verständige Ordnung der Schulaufsicht zu ersetzen. (Nature, 28. September 1893.)

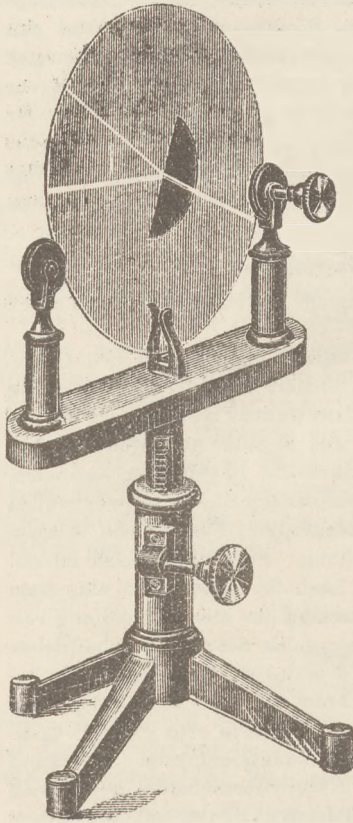
Mitteilungen aus Werkstätten.

Apparate zur objektiven Darstellung der Zurückwerfung und Brechung des Lichts nach Szymański.

Von Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin C., Rosenthaler Strasse 40.

Diese eleganten Apparate gestatten die Gesetze der Zurückwerfung und Brechung des Lichtstrahls einem grossen Auditorium in der vollkommensten Weise vorzuführen. Das Prinzip,

das den Apparaten zu Grunde liegt, ist das der Strahlenspur, welche man erhält, wenn ein Strahlenband durch eine ebene Platte geschnitten wird, deren Richtung mit der Richtung des Strahlenbandes ziemlich zusammenfällt. — Die Strahlen einer Lichtquelle werden durch



einen horizontalen Spalt und eine Linse mit ziemlich grosser Brennweite in ein horizontal verlaufendes Lichtband von wenigen Millimetern Dicke umgewandelt. Dasselbe wird an der schärfsten Stelle durch die auf dem Stativ befindliche Platte so geschnitten, dass man die Spur des Strahlenbandes längs der ganzen Platte verlaufen sieht. Auf den einerseits mit geschliffenen Glasplatten sind die verschiedenen optischen Körper (Spiegel, massiver und hohler Halbcylinder, massiver Würfel, massives und hohles Prisma) aufgekittet, durch welche der Strahl geleitet wird. Das Stativ, auf welchem sich die Glasplatten während des Versuchs befinden, ist mit einer Vorrichtung versehen, um die Platten in vertikaler Richtung zu heben oder zu senken, sowie dieselben um ihren Mittelpunkt (die Längsaxe des optischen Körpers) zu drehen. Die Platte ist mit der Rückseite dem Beschauer zugekehrt, und der Lichtstrahl zeichnet sich nun in seinem ganzen Verlaufe, wie er den optischen Körper trifft, wie er zum Teil von ihm zurückgeworfen wird, zum Teil denselben durchdringt, und wie er aus dem Körper wieder austritt, in überraschend schönen und deutlichen hellen Linien auf der Platte ab. — Bei der Benutzung des massiven und des mit Wasser zu füllenden hohlen Halbcylinders muss die Platte so gestellt werden, dass der Strahl gerade auf den Mittelpunkt des Halbcylinders trifft. Von besonderer Schönheit sind die Erscheinungen, welche die Versuche mit dem Prisma bieten, z. B. die Darstellung der totalen Reflexion. Die Platte, auf welcher der Spiegel aufgekittet ist, ist mit einer Gradtheilung versehen, an welcher Einfallswinkel und Reflexionswinkel direkt abgelesen werden können. — Das Hohlprisma wird mit Schwefelkohlenstoff gefüllt und dient zur Vorführung der Spektral-Erscheinungen.

— Bei der Brechung durch den Halbcylinder kann das Sinusgesetz für verschiedene Einfallswinkel, die man durch Drehung der Platte erzielt, mit Hilfe einer Projektions-Vorrichtung (dieselbe wird auf Wunsch dem Apparat beigelegt) mit grosser Annäherung nachgewiesen werden. — Benutzt man als Lichtquelle Kalklicht, elektrisches Licht oder Sonnenlicht, so ist es nicht nöthig, den Vortragsraum zu verdunkeln. Bei Anwendung von starkem Licht kann die Sammellinse entbehrt werden. Der horizontale Spalt muss aber dann in nächster Nähe der Platte aufgestellt werden. Auch mit schwächeren Lichtquellen z. B. mit einer Gaslampe oder kräftigen Petroleumlampe, lassen sich die Versuche im dunklen Zimmer vorführen. — Preise: a) Das Stativ 33,50 M. b) Die Glasplatte mit Spiegel 7,50 M. c) Die Glasplatte mit massivem Halbcylinder von Glas 30,00 M. d) Die Glasplatte mit hohlem Halbcylinder von Glas 17,50 M. e) Die Glasplatte mit massivem rechtwinkligen Glasprisma 15,00 M. f) Die Glasplatte mit Hohlprisma 17,50 M. g) Die Glasplatte mit massivem Würfel von Glas 10,00 M. — Die Platten mit den aufgekitteten optischen Körpern können einzeln bezogen werden und können alle mit einem und demselben Stativ benutzt werden. Das Stativ kann auf Wunsch jeder optischen Bank angepasst werden. Auf Verlangen werden die Platten auch mit aufgekitteten Kalkspathkörpern zur Darstellung der Doppelbrechung geliefert.

Stabthermometer für den allgemeinen Gebrauch im Laboratorium mit eingebrannter Skala.

Von Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin C., Rosenthaler Strasse 40.

Die Skala dieser Thermometer ist nach dem gesetzlich geschützten Verfahren von Niehls mit schwarzer Porzellan-Farbe in der Muffel eingebrannt. Während die Farbe, mit der die Teilung der Stabthermometer bisher eingerieben zu werden pflegte, sich während des Gebrauches schon nach kurzer Zeit ablöste, ist die eingebrannte Theilung ausserordentlich beständig und selbst bei hohen Temperaturen unveränderlich. Sie ist bis zu Temperaturen von

500° widerstandsfähig. Die bis 360° reichenden Thermometer sind mit Stickstoff gefüllt, wodurch das Zerreißen des Quecksilberfadens verhindert wird. Die Thermometer sind aus Jenaer Normalglas gefertigt. Preise:

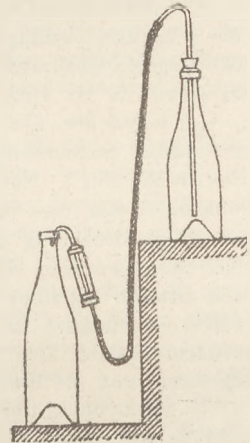
	0—100°	0—250°	0—360°
das Stück	3,00	3,50	4,50 Mark.

Ein Universalansauger für Heber. D. R. P. No. 62985.

Von E. Müller (Mülhausen i. E., Waisenstrasse 22).

Die Notwendigkeit, den Saugheber durch Anhängen mit dem Munde in Thätigkeit zu setzen, ist häufig unangenehm, ja sogar die Gesundheit gefährdend. Diesen Schwierigkeiten beugt der neue Ansaugapparat dadurch vor, dass er als Saugpumpe construiert ist, die an das Ende des Heberschlauchs angesetzt werden kann. Der Stiel des Kolbens ist durchbohrt und läuft in einen bogenförmigen Schnabel aus. Schliesst man die Öffnung mit dem angedrückten Finger und zieht den Kolben an, so wird der Heber angesaugt; nimmt man den Finger davon fort, so fließt die Flüssigkeit durch den Stiel des Kolbens und den Schnabel aus. Wird eine Unterbrechung des Ausfließens notwendig, so genügt es, den Apparat bis zur Höhe der zu entleerenden Flüssigkeit zu heben, dadurch wird das Ausfließen unterbrochen, die Saugkraft jedoch nur vorübergehend aufgehoben, diese tritt vielmehr bei erfolgtem Hinuntertauchen des Rohres sofort wieder in Thätigkeit.

Der Apparat kommt in verschiedenen Grössen in den Handel (Preis M. 6—8). Ein besonderer Apparat wird für Umfüllung ätzender Säuren hergestellt.



Correspondenz.

Herr J. Beuriger in Neuwied teilt in Betreff des Auerschen Glühlichtes, welches er seit Februar d. J. im Skioptikon anwendet, Folgendes mit: Der Petroleumbrenner war früher wegen des schwachen Lichts und des unangenehmen Geruches ersetzt worden durch einen Argandbrenner, durch welchen aber die Linsen sehr stark erwärmt wurden. Das Auersche Glühlicht giebt dieselbe Wärmemenge bei mehr als dreifacher Lichtstärke. Die Lichtstärke hängt aber im Auerschen Glühlicht mehr wie im Argandbrenner von der Zusammensetzung des Gases ab. Im Februar fand ich mit einem Toeplerschen Photometer die Lichtstärke 3,6 im Mittel (3,8—3,5) im Juni 3, die des Argandbrenners = 1 gesetzt. Zum Schutze gegen die starke Erwärmung der Linsen kann man ein Kühlgefäß mit parallelen Wänden anwenden. — Das in dieser Zeitschrift (VI 31) beschriebene Kolbesche Demonstrationsbarometer habe ich von A. Treffurth in Ilmenau in sehr guter Ausführung für 12 M. erhalten (Millimeterteilung von 100—850).

Prof. D. G. in Meldorf. — Das nächste Heft wird eine Arbeit über Silikatvegetationen bringen.

Herr Dr. Börner hat der Redaktion im Oktober eine umfangreiche Entgegnung auf die Beurteilung seines Lehrbuchs der Physik durch Herrn R. Heyne (VI 315) übersandt. Sie musste wegen Raumangels für das dritte Heft zurückgestellt werden.

Bemerkungen zu der astronomischen Tafel für 1894.

Jede der Karten I bis VII stellt den nach Länge und Breite eingeteilten Tierkreisgürtel dar. Die Karte I enthält die Fixsterne erster bis vierter Grösse bis zu 30° Entfernung von der Ekliptik, ferner die Örter der Sonne mit einem Intervall von je 8 Tagen. Der Monatstag ist jedem Punkte hinzugefügt, der Name des Monats steht am unteren Rande der Karte. Dazu ist noch eine Kurve gekommen, deren Ordinaten die Zeitgleichung für die Sonnenlänge als Abscisse

angeben. Je 1° eines Himmelsumfangs erscheint als eine Strecke von 1 mm, für die Zeitgleichung ist 1 mm als 1^{min} zu rechnen, z. B. ist die Zeitgleichung am 10. Februar = 15^{min} , am 17. Mai = -4^{min} . Sie ist der Angabe eines Zeitpunktes nach wahrer Sonnenzeit (w. S.) hinzuzufügen, um ihn in mittlerer Sonnenzeit (m. S.) zu erhalten.

Die Karte II dient dazu, den inneren Teil des Tierkreisgürtels, in welchem die Planeten und der Mond sich bewegen, auf den Äquator zu beziehen. Die am unteren Rande der Karte mit $1^{\text{h}}, 2^{\text{h}}, \dots, 24^{\text{h}}$ bezeichneten Linien geben eine bestimmte Rectascension α an oder auch nach Sternzeit den Zeitpunkt der Culmination der Gestirne, die Parallelkreise zum Himmelsäquator erscheinen als wellenförmige Linien, sie sind nicht in festem Abstände, sondern so gezogen, dass für die Polhöhe von Berlin der halbe Tagesbogen der in ihnen stehenden Sterne ($1/2 T$) um je 30^{min} variiert.

Um z. B. die Aufgangszeit (A), Culminationszeit (C) und Untergangszeit (U) des Pollux oder β in den Zwillingen zu finden, überträgt man diesen Stern und die Ecken des ihn einschliessenden Quadrates aus I mittelst eines Blättchens Pauspapier auf das entsprechende Quadrat des Netzes in II. Hier findet man $\alpha = 7^{\text{h}} 38^{\text{m}}, 1/2 T = 9^{\text{h}} 0^{\text{m}}$. Folglich ist nach Sternzeit $A = \alpha - 1/2 T = 22^{\text{h}} 38^{\text{m}}, C = \alpha = 7^{\text{h}} 38^{\text{m}}, U = \alpha + 1/2 T = 16^{\text{h}} 38^{\text{m}}$ (Stz.). Um dies für den 1. Januar in (wahrer) Sonnenzeit auszudrücken, entnimmt man aus Karte I und II für den Sonnenort $\alpha = 18^{\text{h}} 55^{\text{m}}$ (Stz.). Soviel zeigt eine nach Sternzeit regulierte Uhr mehr als die Sonnenuhr. Subtrahiert man dies von obigen Werten, so wird $A = 3^{\text{h}} 43^{\text{m}}, C = 12^{\text{h}} 43^{\text{m}}, U = 21^{\text{h}} 43^{\text{m}}$ (w. S.), und durch Beachtung der Zeitgleichung (= 4^{min}) $A = 3^{\text{h}} 47^{\text{m}}, C = 12^{\text{h}} 47^{\text{m}}, U = 21^{\text{h}} 47^{\text{m}}$ (m. S.). Diese Angaben sind für alle Orte auf dem Parallelkreise von Berlin richtig, wenn die Uhren nach Ortszeit reguliert werden. In Berlin gehen aber seit dem 1. April 1893 alle Uhren um $6^{\text{m}} 25^{\text{sec}}$ vor, folglich ist nun — nur für Berlin richtig — $A = 3^{\text{h}} 53^{\text{m}}, C = 12^{\text{h}} 53^{\text{m}}, U = 21^{\text{h}} 53^{\text{m}}$ mitteleuropäischer Zeit (M. E. Z.). Die Tage werden hier nach astronomischer Art erst mit Mittag begonnen, und die Stunden fortlaufend bis 24 gezählt.

Man findet noch aus II für die Sonne am 1. Januar $1/2 T = 3^{\text{h}} 45^{\text{m}}$, folglich für Sonnenaufgang und Untergang $A = 20^{\text{h}} 15^{\text{m}}$ (w. S.) = $20^{\text{h}} 19^{\text{m}}$ (m. S.) = $20^{\text{h}} 25^{\text{m}}$ (M. E. Z.), $U = 3^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ (w. S.) = $3^{\text{h}} 49^{\text{m}}$ (m. S.) = $3^{\text{h}} 55^{\text{m}}$ (M. E. Z.). Die Angabe nach M. E. Z. ist nur für Berlin richtig, die anderen gelten auch für alle Orte in derselben geographischen Breite. Die Refraction musste in der Karte II unberücksichtigt bleiben. Durch sie wird der Aufgang um 5^{m} verfrüht, der Untergang um 5^{m} verzögert.

Die folgende Tabelle enthält für jeden der ausgewählten halben Tagesbogen ($1/2 T$) die zugehörige Declination (δ) und die nördliche (+) oder südliche (−) Morgenweite und zugleich Abendweite (w) eines Gestirns.

$1/2 T$	$\left\{ \begin{array}{l} 9^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 9^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 8^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 8^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 7^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 7^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 6^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 6^{\text{h}} 0^{\text{m}} \\ 2^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 3^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 3^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 4^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 4^{\text{h}} 30^{\text{m}} \quad 5^{\text{h}} 0^{\text{m}} \quad 5^{\text{h}} 30^{\text{m}} \end{array} \right.$							
	δ	$\pm 31^\circ$	28°	25°	21°	16°	11°	6°
w	$\pm 59^\circ$	52°	44°	36°	28°	19°	9°	0°
$\Delta (1/2 T)$	$\pm 11^{\text{m}}$	8^{m}	6^{m}	5^{m}	3^{m}	2^{m}	1^{m}	0^{m}
Δw	$\pm 2^\circ$	2°	1°	1°	1°	0°	0°	0°

Die beiden letzten Reihen geben den Zuwachs an, welchen $1/2 T$ und w erfahren, wenn die geographische Breite um je 1° zunimmt. Es ergab sich oben für Pollux $1/2 T = 9^{\text{h}} 0^{\text{m}}$. Daraus folgt $\delta = 28^\circ, w = 52^\circ, \Delta (1/2 T) = 8^{\text{min}}, \Delta w = 2^\circ$, also die Culminationshöhe (H) für die Breite von Berlin = $\text{compl } \varphi + 28^\circ = 65 1/2^\circ$. Für die Breite von Königsberg, welches 2° nördlicher liegt, wird $1/2 T = 9^{\text{h}} 16^{\text{m}}, w = 56^\circ, H = 63 1/3^\circ$. Die Culminationszeit am 1. Januar ist, wie für Berlin, $C = 12^{\text{h}} 47^{\text{m}}$ (m. S.), daraus $A = C - 1/2 T = 3^{\text{h}} 31^{\text{m}}, U = C + 1/2 T = 22^{\text{h}} 3^{\text{m}}$ (m. S.). In Königsberg gehen aber die Uhren seit dem 1. April um 22^{min} nach, also $A = 3^{\text{h}} 9^{\text{m}}, C = 12^{\text{h}} 25^{\text{m}}, U = 21^{\text{h}} 41^{\text{m}}$ (M. E. Z.).

Aus den Karten III bis VI ergeben sich die Örter der Planeten, ihre Stillstandspunkte, die Schleifen und Windungen ihrer Bahn. Durch Übertragung des Ortes in die Karte I erhält man den Stand der Planeten gegen die Fixsterne. So findet man den Ort der Venus am 1. Januar 1894 im Sternbilde des Wassermanns, er teilt den Abstand der Sterne β, α im Verhältnis 1 zu 2. Aus II ergibt sich $\alpha = 21^{\text{h}} 52^{\text{m}}, 1/2 T = 4^{\text{h}} 45^{\text{m}}$, also $A = \alpha - 1/2 T = 17^{\text{h}} 7^{\text{m}}, C = \alpha = 21^{\text{h}} 52^{\text{m}}, U = \alpha + 1/2 T = 2^{\text{h}} 37^{\text{m}}$ (Stz.). Subtrahiert man hiervon die Sternzeit am Mittag (= $18^{\text{h}} 55^{\text{m}}$), so

erhält man wahre Sonnenzeit, endlich mittelst der Zeitgleichung ($= 4^m$) $A = 22^h 16^m$, $C = 3^h 1^m$, $U = 7^h 46^m$ (m. S.). Dies gilt für jeden Punkt in der Breite von Berlin, für Berlin ist $A = 22^h 22^m$, $C = 3^h 7^m$, $U = 7^h 52^m$ (M. E. Z.). — Zu dem Orte des Jupiter am 1. Januar gelangt man, wenn man die Linie von ϵ nach δ im Widder um sich selbst verlängert. Man findet $\alpha = 3^h 17^m$, $\frac{1}{2} T = 7^h 36^m$, $A = 19^h 41^m$, $C = 3^h 17^m$, $U = 10^h 53^m$ (Stz.), endlich $A = 0^h 56^m$, $C = 8^h 32^m$, $U = 16^h 8^m$ (M. E. Z.). Ferner folgt noch $\delta = 17^\circ$, $w = 38^\circ$, und für Königsberg $\frac{1}{2} T = 7^h 42^m$, $w = 40^\circ$, $A = 19^h 38^m$, $C = 3^h 17^m$, $U = 10^h 56^m$ (m. S.) oder $A = 19^h 16^m$, $C = 2^h 55^m$, $U = 10^h 34^m$ (M. E. Z.). — Venus steht als Morgenstern am 26. Juli sehr nahe bei dem Sterne η in den Zwillingen, am 28. Juli sehr nahe bei μ , am 8. August nahe bei δ in demselben Sternbilde. Uranus kommt in rückläufiger Bewegung am 27. April, kurz vor seiner Opposition mit der Sonne, dem Doppelstern α in der Wage sehr nahe, dies wiederholt sich am 4. October bei rechtläufiger Bewegung, fünf Wochen vor der Conjunction des Planeten mit der Sonne. — Saturn und Uranus haben die Länge 180° überschritten, werden deshalb für lange Zeit wegen ihres tiefen Standes nur ungünstig zu beobachten sein, während Jupiter und Neptun allmählich in die günstigsten Stellungen einrücken.

Der Mond ist in Karte VII nach seiner elliptischen Bewegung um die Erde, ohne Rücksicht auf die von der Sonne abhängigen Ungleichheiten, für einen mittleren siderischen Monat (Juni—Juli) dargestellt worden. Die Bewegung wiederholt sich während der übrigen Monate so genau, dass man den Ort für jede Zeit des Jahres aus der Figur entnehmen kann, wenn ein Fehler in der Länge von 3° , in der Breite von $\frac{3}{4}^\circ$ gestattet wird. Da z. B. am 16. Dezember 1893 ein siderischer Monat mit der Stellung (0) begann, wie in der Karte angegeben, so steht der Mond am 1. Januar 1894 nahe dem Punkte (16). Dieser hat die Länge 223° , die Sonne gleichzeitig die Länge 282° , der Unterschied ist $= 59^\circ$. Die Mondphase liegt also zwischen dem letzten Viertel und Neumond, so dass die elliptische Grenze der Sichel die kleine Halbaxe $= 1 - \cos 59^\circ = \frac{1}{2}$ hat, wenn der Radius $= 1$ gesetzt wird. Ein Stern, der in (16) stünde, ginge nach Sternzeit um $(\alpha - \frac{1}{2} T)$, d. h. etwa $14^h 30^m - 4^h 30^m = 10^h$ Sternzeit $= 15^h$ Sonnenzeit auf. Um die Aufgangszeit des Mondes am Vormittag des 1. Januar (bürgerlich), oder am 31. December (astronomisch) zu finden, werden wir daher von dem Mondort für den 31. Dez. 1893, 15^h , ausgehen, der sich entsprechend der seit Beginn des siderischen Monats verfloffenen Zeit von $15^h 9^m$, auf der Mondbahn bei 215° Länge findet. Hierzu ergibt sich aus (II) $\alpha = 14^h 6^m$, $\frac{1}{2} T = 4^h 30^m$, $A = 9^h 36^m$ Sternzeit. Zur Reduktion auf Sonnenzeit benutzen wir die gleichzeitige Rectascension der Sonne, die um fast 2^m geringer sein wird als die für den Mittag des 1. Januar, also $= 18^h 53^m$. Indem wir diese subtrahieren, wird $A = 14^h 43^m$ (m. S.) $= 14^h 47^m$ (m. S.) $= 14^h 53^m$ (M. E. Z.), d. h. der Mond geht nach bürgerlicher Rechnung am 1. Jan. $2^h 53^m$ vormittags auf.

Die wiederkehrenden Conjunctionen des Mondes mit den Planeten lassen sich leicht aus der Karte auffinden. Mit der Sonne steht der Mond in der Nähe der Knoten am 5. April 17^h (Länge $= 15^\circ$) und am 28. September 19^h (Länge $= 186^\circ$) in Conjunction. Die hiermit verbundenen Sonnenfinsternisse sind in Berlin nicht sichtbar. Ferner finden in der Nähe der Knoten am 21. März 2^h (Länge der Sonne $= 1^\circ$) und am 14. September 17^h (Länge der Sonne $= 172^\circ$) Oppositionen und zugleich Mondfinsternisse statt, von denen die zweite in Berlin sichtbar ist.

In der Nähe der Mondbahn stehen folgende Sterne: δ , ϵ und der Doppelstern ζ in den Fischen, ϵ , δ , ζ im Widder, die Plejaden (17), η , (27), und β im Stier, κ im Fuhrmann, ι und ν in den Zwillingen, γ im Krebs, η und σ im Löwen, β , η , α in der Jungfrau, π , σ , α im Skorpion, χ , φ , τ im Schützen, ϵ , γ , δ im Steinbock, ι , λ , φ im Wassermann. Diese sowie die Planeten Merkur, Venus, Mars werden im Laufe des Jahres vom Monde für gewisse Erdorte verdeckt. In Berlin sind sichtbar die Bedeckungen von ζ im Widder am 16. Januar, α in der Jungfrau am 22. März, (27) im Stier (in den Plejaden) am 23. August, ϵ in den Fischen am 16. September, 27 im Stier (in den Plejaden) am 13. November 10^h , γ im Krebs am 15. Dezember 8^h .

Für die im doppelten Maasstab gezeichneten Karten VIII ist der jedesmalige Ort der Sonne als Anfangspunkt der Ekliptik angesehen, um die relative Bewegung des Merkur und der Venus gegen die Sonne darzustellen. Man erkennt aus ihnen sofort, wann einer dieser Planeten Abendstern, wann er Morgenstern ist. Die Bahnen können als Projektionen von Raumkurven auf einen durch die Sonne gelegten Himmelsglobus angesehen werden. Die uns näheren Teile der Kurve treten in der Projection stärker hervor als die ferneren, auf letzteren ist die scheinbare relative Bewegung sehr langsam, auf ersteren sehr schnell. Zwischen den Punkten (19) und (20) der Merkurbahn findet am 10. November ein Vorübergang des Planeten vor der Sonnenscheibe statt.

M. Koppe.

Himmelserscheinungen im Januar und Februar 1894.

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

Monatstag	Januar							Februar					
	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	
Heliocentrische Längen.	228°	242	256	270	284	299	316	335	357	23	52	83	☉ ♃ ♄ ♁ ♁
	73	81	89	98	106	114	122	130	138	146	154	162	
	101	106	111	116	121	126	132	137	142	147	152	157	
	216	219	221	224	226	229	231	234	236	239	241	244	
	60	61	61	62	62	62	63	63	64	64	65	65	
	198	199	199	199	199	199	199	200	200	200	200	200	
Aufst.Knoten. Mittl. Länge.	15°	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	12	☉
	214	280	345	51	117	183	249	315	21	87	152	218	☉
Geocentrische Rectascensionen.	216°	280	342	42	122	190	250	315	13	82	160	220	☉ ♃ ♄ ♁ ♁
	265	273	281	290	298	307	316	325	334	342	349	355	
	328	331	333	335	336	336	335	333	331	328	325	222	
	282	283	293	298	304	309	314	319	324	329	334	339	
	238	242	245	249	253	256	260	264	268	271	275	279	
	49	49	49	49	49	49	50	50	50	51	51	52	♁
	203	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	♁
Geocentrische Deklinationen.	-17°	-28	-11	+19	+25	-4	-27	-22	+6	+28	+12	-19	☉ ♃ ♄ ♁ ♁
	-23	-24	-24	-24	-23	-21	-19	-16	-13	-9	-4	-1	
	-13	-11	-10	-8	-6	-5	-4	-4	-4	-4	-5	-6	
	-23	-22	-22	-21	-20	-19	-17	-16	-14	-13	-11	-9	
	-20	-21	-21	-22	-22	-23	-23	-23	-24	-24	-24	-24	
	+17	+17	+17	+17	+17	+17	+17	+18	+18	+18	+18	+18	♁
	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	♁
Aufgang.	20 ^h 13 ^m	20.12	20.8	20.4	19.58	19.52	19.44	19.36	19.26	19.16	19.6	18.55	☉
	16 ^h 3 ^m	21.10	22.33	23.41	3.52	11.13	17.30	20.19	21.11	23.53	5.56	12.48	
Untergang.	3 ^h 54 ^m	4.1	4.8	4.15	4.24	4.33	4.42	4.50	5.1	5.11	5.21	5.30	☉
	0 ^h 7 ^m	2.42	8.52	15.43	20.57	22.2	23.45	4.6	10.35	17.31	19.47	20.47	
Zeitglchg.	+3 ^m 52 ^s	+6.9	+8.14	+10.4	+11.36	+12.48	+13.41	+14.14	+14.27	+14.20	+13.54	+13.12	☉

Daten für die Mondbewegung (in Berliner Zeit):

Jan. 5 1	Mond in Erdferne	Febr. 1 11 ^h	Mond in Erdferne
" 6 16 ^h 1 ^m	Neumond	" 5 10 39 ^m	Neumond
" 14 13 3	Erstes Viertel	" 12 23 37	Erstes Viertel
" 20 4	Mond in Erdnähe	" 17 10	Mond in Erdnähe
" 21 4 5	Vollmond	" 19 15 10	Vollmond
" 28 5 44	Letztes Viertel	" 27 1 22	Letztes Viertel

Constellationen. Januar: 2 22^h ♂♂ ☉; 5 9^h ♀♂ ☉; 8 17^h ♀ als Abendstern in grösstem Glanze, 50 mal heller als Wega; 10 4^h ♀♂ ☉; 10 19^h ♀ in Sonnenferne; 14 12^h ♁ ☉; 16 13^h ♁♂ ☉; 27 6^h ♁♂ ☉; 29 1^h ♀ obere ♂☉, wird Abendstern; 31 20^h ♂♂ ☉. — Februar: 5 1^h ♀ in Sonnennähe; 5 22^h ♀♂ ☉; 6 10^h ♀♂ ☉; 10 21^h ♁☉; 12 22^h ♁♂ ☉; 15 22^h ♀ untere ♂☉, wird Morgenstern; 23 15^h ♁♂ ☉; 23 19^h ♀ in Sonnennähe; 25 19^h ♀ in grösster östlicher Elongation.

Meteore. Januar: Maximum vom 1.—3. gut zu beobachten, Minimum vom 18.—24. — Februar: Maximum vom 22. durch das volle Mondlicht gestört.

An den mondfreien Abenden Jan. 1—9, Jan. 24 — Febr. 7, Febr. 22—28 ist das **Zodiakallicht** bei ungehinderter Aussicht nach Westen gegen 7^h aufzufinden.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Januar 10. 11^h 34^m, 13. 8^h 23^m; Februar 2. 10^h 6^m, 5. 6^h 55^m, 25. 8^h 36^m. — Minima von λ *Tauri* Jan. 23 13^h, 27 12^h, 31 11^h; Febr. 4 10^h, 8 9^h, 12 8^h, 16 6^h. — Minima von δ *Librae* Januar 28 18^h, Februar 4 17^h, 11 17^h, 18 17^h, 25 16^h. — Der durch neuere Rechnungen und spektroskopische Arbeiten wieder sehr interessant gewordene Stern β *Lyrae* lässt sich zu Anfang Januar abends sofort nach Eintritt der Dunkelheit und auch noch in der Morgendämmerung beobachten; desgleichen δ und μ *Cephei*, α *Cassiopeiae*; von η *Aquilae* sind in den ersten Januartagen noch Abendbeobachtungen möglich, dann nach zehnwöchiger Unterbrechung Morgenbeobachtungen; ζ *Geminorum*, ε *Aurigae*, ρ *Persei*, α und δ *Orionis* beobachte man abends.

J. Plassmann, Warendorf.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagehandlung gestattet.

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