

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XII. Jahrgang.

Drittes Heft.

Mai 1899.

Bestimmung der Fluggeschwindigkeit eines Geschosses.

Von

P. Johannesson in Berlin.

Um tausendstel Sekunden im Unterricht zu messen, benutze ich das Chronoskop von Hipp, dessen Einrichtung nach Weglassung aller Zahnradübersetzungen und Nebenteile aus Figur 1 ersichtlich ist. Von der Pendeluhr unterscheidet sich das Chronoskop in zweierlei. Einmal bewirkt nicht ein Pendel, sondern eine tönende Stahlzinke *A* von 1000 Schwingungen die periodischen Hemmungen des Steigrades *B*, indem sie bei jedem Hin- und Hergang einen Zahn freigiebt; und ferner sind die Zeiger mit dem Laufwerk nicht fest verbunden, sondern werden durch das zu messende Ereignis selbsttätig ein- und ausgeschaltet. Letzterem Zweck dienen zwei dicht nebeneinander befindliche Räder mit seitlich eingeschnittenen Zähnen, von denen *C* hinten an der kastenförmigen Vorderplatte des Gestells befestigt ist, während *D* beständig mit dem Steigrad läuft. Durch die Mitten beider Zahnräder ist die Zeigerachse *E* geführt, die in ihrem Lager ein wenig sich verschieben läßt. Rückwärts gedrückt wird die Achse durch die schwache Feder *F*, vorwärts vermittelt eines Winkelhebels durch die starke Feder *G*, deren Kraft indessen durch jeden der Elektromagnete *II* und *J* noch übertroffen wird. Zunächst liegt die Ankerplatte *K* dem oberen Elektromagneten an; damit ist zugleich die Zeigerachse vorgeschoben und durch ihren Seitenarm *L* an das feststehende Zahnrad *C* angeschlossen. Sobald jedoch das zu messende Ereignis den oberen Stromkreis öffnet, schnellt die Ankerplatte *K* abwärts, die Zeigerachse folgt dem Druck der Feder *F* nach hinten und verbindet sich durch ihren Seitenarm *L* mit dem beweglichen Zahnrad *D*, so daß der Zeiger jetzt zu laufen anfängt. Macht danach das Ereignis auch den unteren Elektromagneten stromlos, so reißt die Feder *G* den Anker *K* nach oben, rückt dadurch die Zeigerachse *E* vor und stellt sie durch ihren Seitenarm *L* fest. Die Zeigereinstellungen zu Anfang und zu Ende des Ereignisses liefern dann seine Dauer in tausendstel Sekunden. Die ganzen $\frac{1}{10}$ Sekunde dauernden Umdrehungen des bisher erwähnten Hauptzeigers *M* zählt ein Nebenzeiger, der mit jenem durch Zahnradübersetzung in Verbindung steht.

Geprüft werden die Angaben des Chronoskops mit Hilfe eines Sekundenregulators, dessen Pendel beim Durchgang durch die Mittellage im Zeitabstand von 20 Sekunden beide Stromkreise öffnet. Da die Stromöffnungen an derselben Stelle

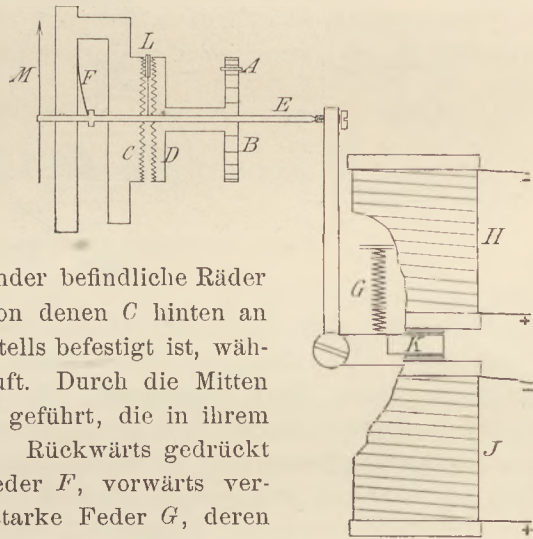


Fig. 1.

erfolgen müssen, so ist während des Versuchs die zweite Unterbrechungsstelle nach der ersten zu verlegen. Dies gelingt durch einen Stromschalter (Figur 2), der aus den in Kork gebohrten Quecksilbernäpfchen 1–4 besteht. 1 und 2 sind dauernd, 2 und 3 durch einen eingelegten Metallbügel *A*, dagegen 1 und 4 durch einen Platindraht *B* überbrückt, der um ein aufgerichtetes Brettchen *C* aus Cigarrenkistenholz geschlungen ist. Durch Anlehnung an 3 Stifte erhält das Brettchen *C* stets die gleiche Lage. Der obere Stromkreis geht von 1 durch den Platindraht *B* über 4 nach dem oberen Elektromagneten *o* (Figur 3) des Chronoskops, der untere Stromkreis von 2 durch den Metallbügel *A* über 3 nach dem unteren Elektromagneten *u*. Längs einer Führung wird nun das quadratische Fußbrett des Stromschalters unter das Pendel geschoben, welches das Brettchen umstößt und damit den oberen Stromkreis öffnet. Nach Hervorziehung des Stromschalters richtet man das Brettchen wieder auf, verbindet 3 und 4 metallisch und hebt den Bügel *A* aus 2 und 3 heraus; so

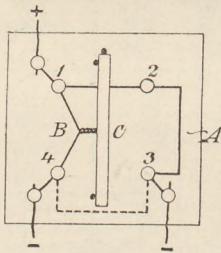


Fig. 2.

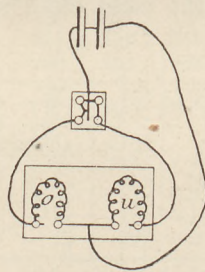


Fig. 3.

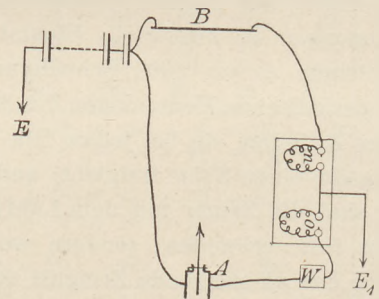


Fig. 4.

ist zwar auch der obere Stromkreis wiederhergestellt; aber die Ankerplatte des Chronoskops bleibt doch an dem näheren und darum kräftiger wirkenden unteren Elektromagneten. Nach 20 Sekunden wird der Stromschalter noch einmal unter das Pendel geschoben und dadurch die 2. Stromöffnung herbeigeführt. Das Chronoskop des Sophienrealgymnasiums in Berlin macht nach Maßgabe dieser Prüfung stets mehr als 1000 und stets weniger als 1001 Schwingungen in der Sekunde.

Zur Bestimmung der Fluggeschwindigkeit einer Teschingkugel waren zunächst 2 geeignete Unterbrechungsvorrichtungen herzustellen. Nach vielen Fehlversuchen haben sich die folgenden bewährt. Als Unterbrechungsstelle (*A* in Figur 4) des oberen Stromkreises dient ein sehr dünner, kurzer Draht, der durch 2 an dem Teschinglauf isoliert befestigte Stützdrähte unmittelbar vor der Mündung gehalten wird. Durch die entsandte Kugel wird der dünne Draht beiseite geschleudert und so seine Berührung mit dem einen Stützdraht aufgehoben. Als Ziel des Schusses wird ein auf Pappe geklebt Stanniolblatt *B* verwendet, das durch Linierung und passende Herauslösung von Stanniolstreifen in ein Zickzackgitter umgewandelt ist. Da Stanniol auf Pappe schlecht klebt, muß letztere vorher mit Zeitungspapier bezogen werden. Der Linienabstand und damit auch die Breite der bleibenden und der entfernten Gitterstreifen beträgt 2 mm, so daß selbst in dem ungünstigsten Fall, wo die 6 mm-Kugel gerade auf eine Lücke des Gitters trifft, dasselbe doch noch durchschlagen wird. Nach dem Gebrauch wird das Gitter ausgefickt, indem man über das Loch ein Stückchen von den herausgelösten Streifen klebt. Bei dem Versuch wird das Ziel im Nebenzimmer aufgestellt, damit die etwa zurückprallende Kugel niemanden verletzt. Der Abstand zwischen Mündung und Ziel beträgt etwa 10,56 m, die Schußzeit 0,060 Sekunden, woraus für die gesuchte Geschwindigkeit der Wert

176 m folgt. Viel gröfsere Patronen und damit auch viel gröfsere Geschwindigkeiten bei so kleinem Kaliber zu verwenden, empfiehlt sich nicht, da sich sonst Zerstörungen im Zimmer kaum vermeiden lassen.

Zur Einrichtung des Chronoskops sei noch bemerkt, dafs sich auch eine den wagerechten Hebelarm nach unten spannende Feder ins Spiel setzen läfst, so dafs nach Belieben durch Öffnung oder Schließung der Stromkreise der Zeiger ein- und ausgeschaltet werden kann. Dabei ist die Federspannung durch einen Hebel veränderlich, der auf einer mit 20 Strichen versehenen Teilung spielt. Bei den beschriebenen Versuchen stelle ich die obere Federspannung auf 15, die untere auf 0. Zum sicheren Betrieb fordern alsdann die Elektromagnete eine Stromstärke von 0,08 A, während der Widerstand der Wicklungen je 54 Ω beträgt. Daher mufs zur Prüfung des Chronoskops eine Klemmenspannung von wenigstens 4 V zur Verfügung stehen; der Schiefsversuch verlangt dagegen eine solche von wenigstens 13 V, da mein Stanniolgitter einschließlich der langen, ziemlich dünnen Verbindungsdrähte 112 Ω Widerstand besitzt. Dabei pflege ich in den oberen Stromkreis einen Hilfswiderstand W einzuschalten, der die Widerstände beider Stromkreise annähernd gleichmacht.

Das Chronoskop ist durch die Vermittelung der Firma Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin bezogen worden¹⁾.

Zum Gebrauch der Wasserluftpumpe.

Von

Dr. A. Schmidt in Friedenau.

Die Wasserluftpumpe wird bei WEINHOLD, FRICK u. a. als wichtiges Hilfsmittel für den Unterricht vielfach empfohlen, man findet auch ihre Benutzung im chemischen Laboratorium und Unterricht oft angegeben; aber der Augenschein in vielen physikalischen Unterrichtszimmern und Angaben, die darüber gemacht werden, lassen darauf schließen, dafs sie vom Physiker noch nicht so gewürdigt wird, wie vom Chemiker, und wie sie es verdient. Dazu mag der Umstand beitragen, dafs sie zum Auspumpen von Rezipienten nicht so gut zu gebrauchen ist, wie man nach manchen Angaben vielleicht von ihr erwartet. Für viele Schulen kommt aber auch der Umstand in Betracht, dafs das Physikzimmer möglichst hoch gelegt worden ist, so dafs der Wasserdruck nicht so grofs ist, wie er sonst wohl sein könnte. Doch kann man wohl hoffen, dafs die Vorliebe für den Oberstock nicht mehr so grofs ist, wie früher und dafs sie bald ganz schwinden wird. Abgesehen davon, dafs die Sonnenstrahlen nicht immer da sind, wenn man sie haben möchte, und dafs man in dem Kampf mit der Tücke dieses Objekts auf Sieg nicht rechnen kann, geht die Zahl der Versuche, für die Sonnenlicht nötig oder doch sehr wünschenswert ist, von Jahr zu Jahr weiter herunter, je billiger starke Lichtquellen uns zur Verfügung stehen. (Ein Auerscher Gasglühlichtapparat kostet heute ca. 3,00 M.; eine Acetylenfahrradlampe ca. 12,00; zu elektrischem Bogenlicht bedarf man einer Spannung von ca. 40 Volt, die 20 Akkumulatoren oder, aber unbequemer, eine geringere Zahl in Verbindung mit einigen starken Elementen geben.) Da man die Fraunhoferschen Linien auch mit indirektem

¹⁾ Anmerkung der Redaktion. In einer bereits vor längerer Zeit an die Redaktion gelangten Mitteilung des Herrn Prof. Robert Weber in Neuchâtel wird das Hippsche Chronoskop auch zur Anstellung von Unterrichtsversuchen über den freien Fall empfohlen. Als Bezugsquelle wird die Werkstätte von Peyer, Favarger u. Co. (Nachfolger von M. Hipp) in Neuchâtel genannt, der Preis des Chronoskops wird zu M. 280, der eines dazu passenden Fallapparates zu M. 60 angegeben.

Sonnenlicht zeigen kann, so verringert sich die Bedeutung des unzuverlässigen Sonnenlichtes immer mehr. Ruhe für die Wage und das Galvanometer und starker Druck für die Wasserluftpumpe sind aber Dinge, deren Bedeutung von Jahr zu Jahr eher steigt als fällt.

Doch auch mit dem geringeren Druck, der den meisten Physikern in der Schule zur Verfügung steht, kann man die Wasserluftpumpe zu einem wichtigen und bald unentbehrlichen Hilfsmittel für den Unterricht machen. Hat man sie erst ein bis zwei Jahre immer zur Verfügung, so „begreift man nicht mehr, wie man früher ohne sie auskommen konnte“. Freilich muß sie, das ist eine notwendige Bedingung, ein für alle Mal fest mit der Wasserleitung verbunden sein, so daß man mit ihr nicht mehr Mühe hat als mit dem Gas oder Wasser. Befindet sie sich als Lehrmittel im Schrank, so bleibt sie in der Regel auch dort; man verzichtet in hundert Fällen auf ihre Anwendung, weil die Mühe, sie zum Gebrauch fertig zu machen, größer ist oder erscheint, als der Nutzen, den man von ihr erwartet. Zu solcher dauernden Befestigung ist auch dann zu raten, wenn sie aus Raummangel nicht in der sonst üblichen Weise an der Wand befestigt werden kann, sondern etwa an einem Ende des Tisches hochragen muß. Platz und Licht raubt sie nicht viel, dafür aber können die Schüler ihre Wirkung (wenn sie, wie wohl fast überall der Fall, aus Glas besteht) beobachten.

Über ihren Bau und ihre Wirkungsart zu sprechen, ist hier überflüssig; zudem muß man, wenn man an den Kauf geht, bei Glasbläsern Umschau halten nach den etwaigen weiteren Verbesserungen. Eine Pumpe aus Glas dürfte einer metallenen wohl vorzuziehen sein, weil man sonst beim Absaugen von Dämpfen unter Umständen Beschädigungen zu erwarten hat.

Die Saugwirkung der Wasserluftpumpe kann man wohl auch zur Reinigung von Quecksilber benutzen. So leicht es ist, Quecksilber mit Hilfe eines aufgelegten und über den Rand des Gefäßes gebogenen Streifens Fließpapier zu trocknen, oder es mittelst eines langen Glasrohrs, das unten durch übergebundenes Wildleder verschlossen ist, von Staubteilen zu befreien, so lästig ist seine Reinigung von fremden Metallen. Es im eigenen Vakuumapparat zu destillieren, dürfte Schulen bis auf vielleicht 0,1 % oder weniger der Kosten wegen unmöglich sein; es zur Reinigung wegzugeben, ist mit Rücksicht auf die lange Zeit, für die man sich des Quecksilbers beraubt, unbequem; es aber mit Säure zu waschen, ist eine Arbeit, der man wohl gern aus dem Wege geht. Die Wasserluftpumpe läßt sich auf folgende Weise zu diesem Zweck benutzen: Das zu reinigende Quecksilber befindet sich in einer mit der Wasserluftpumpe verbundenen und durch eine Bunsenflamme erwärmten Retorte aus schwer schmelzbarem Glase, der Druck wird verringert, das Metall siedet und seine Dämpfe treiben den Luftrest vor sich her. Sobald die Quecksilberdämpfe in dem Verbindungsrohr sich hinreichend abgekühlt haben, oder in den Wasserstrom gelangen, condensieren sie sich zu kleinen Tröpfchen, die mit dem Wasser die Pumpe verlassen. Der Schlauch, der das Pumpenwasser ableitet, wird in ein hinreichend weites Glasgefäß geleitet, in dem der Wasserstrom so verlangsamt werden muß, daß die kleinen Quecksilbertröpfchen nicht mitgerissen werden, sondern sich sammeln. Das gereinigte Quecksilber ist dann nur noch zu trocknen.

Noch auf eine zweite Verwendung der Wasserluftpumpe da, wo es sich um das Absaugen von Dämpfen handelt, möchte ich hinweisen, die nicht so fern liegend, vielleicht auch hier und da schon stattfindet, deren Beschreibung mir aber noch nicht zu Gesicht gekommen ist. Sie ist geeignet, das Abzugsrohr der Weinholdschen Ex-

perimentiertische zu ersetzen. Dieses Rohr muß in Verbindung mit einer Esse stehen, die noch einer Erwärmung bedarf, damit die Gase von Bunsenelemente, die auf dem Tisch unter einer Glocke stehen, abgesaugt werden. Wer im Besitz einer solchen Einrichtung nicht ist, braucht nur z. B. auf den Tisch, oder zur Schonung der Tischplatte auf eine Schale, wie sie zum Entwickeln der photographischen Negative gebraucht wird, die Bunsenbecher zu stellen und darüber eine Glocke oder einen Glaskasten zu stülpen. Benutzt man eine solche Schale, so kommt der Glaskasten oder die Glocke auf einige Füße von 1 cm Höhe, Wasser wird als gasdichter Verschluss aufgegossen; 2 mit Kautschukschläuchen überzogene Drähte stellen die Verbindung mit dem Außenraum her und ein gebogenes Glasrohr (U-Rohr) dient dazu, um unter dem Glockenrand hindurch den inneren Raum mit der Wasserluftpumpe zu verbinden. Wo der Schlauch für das Abflusswasser der Pumpe frei endet, steckt man ihn in die Mündung des Abfußrohres der Wasserleitung. Wenn er nicht durch eine Klemme gedrosselt wird, so bläst die Pumpe sehr wenig. Man kann aber auch diesen, schwach nach Salpetersäuredämpfen riechenden Luftstrom unschädlich machen, indem man die Blaseöffnung der Wasserluftpumpe völlig schließt, oder den Luftstrom z. B. durch Ammoniak und Wasser leitet.

Des weiteren kann man die Wasserluftpumpe sehr gut zur Erzeugung von Nebeln benutzen. Man nimmt eine Glasflasche, benetzt sie innen völlig und verbindet sie mit der Pumpe. Bei jedem Stoß des Wasserstrahls bildet sich in der Flasche ein Nebel, der alsbald verschwindet, wenn der Zufußhahn wieder geschlossen wird. So kann man die Nebelbildung beliebig oft hinter einander wiederholen. Man kommt auch mit der Luftpumpe allein zum Ziel. Dazu verschließt man die Saugeöffnung (durch einen zugeklemmten Schlauch), verschließt auch das Abfußrohr und läßt den Glaskörper der Pumpe bis an die Blaseöffnung voll Wasser laufen. Darauf öffnet man das Abfußrohr, das in ein gefülltes Wassergefäß taucht, so daß von unten keine Luft hineindringen kann. Wenn nun der Luft oben Zutritt gegeben wird, so sinkt das Wasser im Pumpenkörper, und in dem Augenblick, wo man auch diese Öffnung wieder verschließt, bildet sich der Nebel.

Endlich möchte ich die Anwendung der Wasserluftpumpe noch für einige besondere Versuche vorschlagen, bei denen ich solche Angabe noch nicht gelesen habe. Der erste von diesen ist der Torricellische Versuch. Hierzu erhält man von den Glasbläsern in der Regel Glasröhren mit einem kleinen angeschmolzenen Trichter, der leider mehr schadet, als nützt. Zum Eingießen ist er etwas zu klein, man gießt leicht vorbei; um das Rohr mit dem Finger gut zu verschließen, ist er zu groß. Es ist vorteilhafter, das Rohr glatt endigen zu lassen und dann mit Hilfe eines kurzen Schlauchstücks einen hinreichend großen Trichter aufzusetzen. Dabei hat man die weitere Möglichkeit, die Luftreste besser zu beseitigen, als dies durch Auf- und Ablaufenlassen einer grösseren Luftblase möglich ist. Man füllt über dem grossen, flachen, für Arbeiten mit Quecksilber bestimmten Kasten die Röhre ungefähr zum vierten Teil, nimmt den Trichter ab, stülpt den dicken Schlauch der Pumpe über und pumpt ev. unter Vorschaltung einer Trockenröhre aus. Wenn man dabei das Rohr nötigenfalls schräg hält und durch Schütteln nachhilft (wobei man sofort den harten Ton des in der Luftleere anschlagenden Quecksilbers hört), so kann man die Luft gut beseitigen. So fährt man fort, die Barometerröhre in Absätzen unter Auspumpen zu füllen, und kehrt sie nun um. Um dann die letzten, nur durch Auskochen zu beseitigenden Luftreste möglichst unschädlich zu machen, ist es vorteilhaft, in geeigneter Höhe (also etwa 800 mm vom offenen Ende entfernt) eine Kugel anblasen

zu lassen. Das giebt nicht nur den Vorteil, daß der schädliche Luftrest sich über einen mindestens 2—3 mal so großen Raum verbreiten muß als sonst, sondern noch den weiteren, daß man die Röhre hieran mit Hilfe eines passenden Statives oder auch einer Schnur aufhängen kann. Man erspart dadurch das im Fall einer geringen Unvorsichtigkeit leicht verhängnisvolle Einspannen, und kann außerdem ein für alle Mal sich bezeichnen, wie die Röhre hängen muß, damit man Flüssigkeiten, wie Wasser, Alkohol, Äther u. a. zur Prüfung der Dampfspannung einführen kann. Gelingt das nicht mit einem ausgezogenen Glasrohr mit umgebogener Spitze, so kann man einen kurzen Trichter mit weitem Ansatzrohr unter Benutzung eines Schlauchstückes vorher auf das Rohr setzen und ihn nachher bis an die Mündung schieben.

Will man (um das hier noch der Vollständigkeit wegen anzuführen) die Ablesevorrichtung so anbringen, daß die Schüler die Einstellung leicht kontrollieren können, so bringe man an einem Glas- oder Metallstab 2 Korken (oder Hartgummistücke) verschiebbar an, die je einen Kupferdraht tragen. Der obere endet mit einem Halbring, der auf die obere Quecksilberkuppe eingestellt wird; der untere geht rechtwinklig gebogen 10 cm nach unten und giebt in dem Augenblick, wo er das Quecksilber im Gefäß berührt, ein elektrisches Zeichen. Darnach mißt man den Abstand der beiden Drähte an einem Maßstab, oder liest ihn direkt an dem sie haltenden Stab ab, wenn er eine Teilung hat (dafür empfiehlt sich die vor dem Versuch von den Schülern festzustellende Länge von 10 cm für das untere Drahtstück).

Neben dieser Verwendung der Wasserluftpumpe möchte ich noch auf ihre Brauchbarkeit bei zwei Versuchen der Wärmelehre hinweisen. Das Daniellsche Hygrometer ist für den Unterricht kaum brauchbar, wenn man den Zeuglappen an der Kugel des kurzen Schenkels mit Äther befeuchtet und wartet, bis die Abkühlung weit genug vorgeschritten ist. Viel schneller kommt man zum Ziel, wenn man diese Kugel mit Hilfe eines passenden (und zum Aufsetzen auf das Hygrometerrohr quer durchschnittenen) Korken in ein Glas einschließt, das mit Äther gefüllt wird, und mittelst zweier Glasröhren, von denen die eine bis in, die andere nur bis über den Äther reicht, Luft hindurchsaugt. Die Ätherdämpfe werden hier mit dem Abfluswasser beseitigt, ohne im Zimmer zu belästigen. — Es ist unschwer einzusehen, daß man dann höchst überflüssig den Äther im Apparat noch mitschleppt, um das eingeschlossene Thermometer abzukühlen. Damit ist der Übergang vom Daniellschen zum Döbereiner-Regnaultschen Hygrometer gegeben. Nur braucht man hierfür nicht (wie die Kataloge der Mechaniker auffordern) 100 M. auszugeben. Man kommt gut zum Ziel, wenn man sich ein am einen Ende geschlossenes, 10—15 cm langes und 2—3 cm weites Metallrohr vernickeln läßt, mit einem dreifach durchbohrten Kork ein Thermometer, ein langes und ein kurzes Glasrohr einführt und wieder Luft durch den Äther saugt. Die Luftpumpe bietet den Vorteil, daß man durch starkes Ansaugen zuerst lebhaft und dann durch schwächeren Wasserstrahl langsam weiter abkühlen kann, bis der Taubelag sich zeigt. Um ihn für die ganze Klasse sichtbar zu machen, dürfte es sich empfehlen, statt des Metallrohrs eine Dose zu nehmen, deren eine Wand vernickelt ist. Die Schüler sehen dann den Taubelag statt auf einer Lichtlinie auf einer Kreisfläche. Läßt man das Gefäß leer, so arbeitet der Apparat als Aspirationsthermometer; umgiebt man die Thermometerkugel mit einem feuchten Lappen, so ersetzt er das Augustsche Psychrometer; wird er endlich mit Äther oder Benzin gefüllt, so ist es ein Döbereiner-Regnaultsches Hygrometer. Wenn man nur einen geringen Etat zur Verfügung hat, so kann man hier erheblich sparen, da man mit nur einem, in $\frac{1}{5}$ ° geteilten Thermometer auskommt.

Eine ähnliche Zusammenstellung kann ferner bei der Demonstration der Überschmelzung des Wassers und beim Kryophor gute Dienste leisten. Nur sind gewöhnliche Bechergläser nicht verwendbar, da sie entweder beim Einsetzen oder fast noch sicherer beim Herausnehmen des Korkes zerbrechen. Man bedarf solcher aus Hartglas, oder einfacher Pulvergläser von genügender Weite und Länge (Gläser für Mostrich, Honig etc.). Alle diese Änderungen sind so einfach, daß man sie völlig ohne Hülfe eines Mechanikers ausführen kann; sie kürzen aber die Zeit für den Versuch sehr erheblich ab.

Demonstration des Gewichtes der Luft und des Gewichtsverlustes in der Luft.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

1. Das Gewicht der Luft zeigt man mit Hülfe des Wagnometers oder mittels einer Kochflasche, welche einmal im leeren, einmal im luftgefüllten Zustande gewogen wird. Hat man Veranlassung, vom Gebrauche einer Luftpumpe abzusehen, so kann die im folgenden beschriebene Abänderung des bekannten Verfahrens, ein Gefäß durch Auskochen luftleer zu machen (Weinhold, Vorschule, S. 21 u. 150), in Anwendung gebracht werden. Ein mit etwas Wasser versehener Rundkolben von etwa 1 l Inhalt wird in einer Stativklemme befestigt, welche aus der Muffe entfernt werden kann (Fig. 1). Der Kolben wird mit einem Stopfen geschlossen, in dem ein letzteren unten nicht überragendes Glasröhrchen sitzt. Mit dem Röhrchen ist das kurze, nicht zu enge Schlauchstück *a*, hiermit das Glasröhrchen *b* und durch den Schlauch *c* das Glasrohr *d* verbunden, welches so lang ist, daß es in ein auf dem Fußboden stehendes Gefäß führt. Das Einknicken der Schläuche verhütet man durch Auflegen des Röhrchens *b* auf irgend einen am Stativ weiter oben befindlichen Träger. Zum späteren Abschluß des Röhrchens *a* hält man am besten einen Quetschhahn bereit, der von der Seite her aufgesetzt werden kann. Ein gewöhnlicher Quetschhahn ist entweder an der aus der Figur ersichtlichen Stelle oder über dem im Stopfen sitzenden Röhrchen anzubringen.

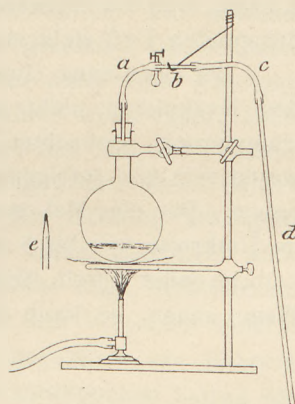


Fig. 1.

Sobald durch eine untergestellte Flamme die Kolbenluft durch den Dampf entfernt ist, löst man die an der Muffe befindliche Schraube, sodafs der Klemmenstiel frei wird. Diesen ergreift man mit der rechten Hand, und während die linke den Quetschhahn, weit geöffnet, über dem Röhrchen *a* festhält, nimmt man den Kolben vom Drahtnetz der Flamme hoch empor und dreht ihn ohne Zögern herum, sodafs die Rohrverbindung senkrecht herabhängt. Das durch die Hitze des Glases noch einen Augenblick fortgesetzte Sieden treibt so viel Wasser in die Röhren, daß eine Druckverminderung eintritt, welche das Sieden so lange unterhält, bis der Kolben und ein Teil der Röhren nur noch adhärierendes Wasser enthalten. Es ist leicht, im rechten Augenblick das Röhrchen *a* abzuschließen. Hatte man versäumt, einen geeigneten Quetschhahn bereitzuhalten, so drückt man *a* unter Benutzung eines Tuches als Wärmeschutz mit den Fingern zu. Man legt nunmehr den Kolben auf den Tisch, wobei man sich hüten muß, das lange Rohr zu zerbrechen. Dann entfernt man *b*

von a und verschließt letzteres Röhrchen durch eine kurze, am einen Ende zur feinen Spitze ausgezogene, hier aber mit ganz wenig Stearin zugeschmolzene Glasröhre (Fig. 1, e). Nach dem Einschieben dieses Röhrchens, von dem man am besten einen kleinen Vorrat anfertigt, entfernt man den Quetschhahn und schiebt die Röhre im Schlauche zusammen; es braucht nur die mit dem etwa 3 mm langen Stearinsäulchen versehene Spitze herauszuragen. Das Abkühlen geht — besonders unter dem Strahl der Wasserleitung — jetzt schnell von statten. Eine auch von vorgeschrittenen Schülern, denen der Versuch bei einer Wiederholung gezeigt wird, leicht auszuführende Rechnung ergibt, daß die beim Erkalten abgegebene Wärmemenge nur ein Bruchteil derjenigen ist, welche der Kolben beim Abkühlen verlieren würde, falls man wie bisher den Rest des Wassers nicht entfernt hatte. Der Versuch bietet ferner die im experimentellen Unterricht nicht häufige und daher wohl recht erwünschte Gelegenheit, auf den für die Dampfmaschine so bedeutungsvollen Gegensatz der Volumina von Dampf und Wasser aufmerksam zu machen. Läßt man nämlich durch Umkehren des erkalteten Kolbens die geringe Menge Condensationswasser in das Glasröhrchen fließen und vergleicht damit die Länge einer aus 1 ccm Wasser in einer gleich weiten Röhre hergestellten Flüssigkeitssäule, so giebt man einen Anhalt zur Beurteilung des erwähnten Volumenunterschiedes.

Der erkaltete Kolben wird mit Bindfaden oder weichem Draht am Haken einer Wage befestigt, sodafs der Kugelteil auf der Schale aufliegt, während Hals und Röhren seitlich schräg emporragen. Das Pendeln des Ballons sucht man zu verhüten, etwa durch Festbinden des Halses am Schalenträger. Nachdem man das Gleichgewicht hergestellt hat, nähert man der mit Stearin geschlossenen Spitze einen heißen Körper, z. B. die Ohmannsche Stricknadel. Unter dem sausenden Geräusch der eindringenden Luft sieht man die Wagschale herabsinken.

Bei Benutzung eines Kolbens mit flachem Boden ist ein Zerdrücktwerden nach dem Evakuieren nicht ausgeschlossen. Der Verfasser hat zweimal eine solche Zertrümmerung beobachtet; die Kolben mochten allerdings schon oft in Gebrauch gewesen sein und infolgedessen am Boden in unbemerkbarer Weise Kratzstellen gehabt haben. Das eine Mal war der entstehende Knall sehr stark und die Scherben konnten im Umkreise von bis 3 m aufgelesen werden. Will man bei Benutzung eines Stehkolbens jeder durch etwaige Zertrümmerung eintretenden Unannehmlichkeit aus dem Wege gehen, so kann man ein Taschentuch um das erkaltende Gefäß legen und mit dem zum Anhängen an die Wage bestimmten Bindfaden befestigen.

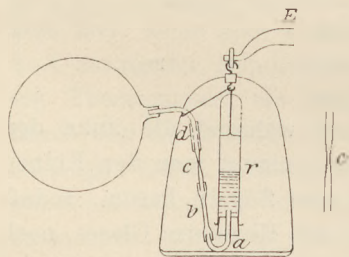


Fig. 2.

2. Den Gewichtsverlust eines Körpers in der Luft demonstriert der in Fig. 2 gezeichnete Apparat. Derselbe soll die Gewichtszunahme zeigen, welche sich bei der erheblichen Volumverkleinerung eines mit Kohlensäure gefüllten Gummiballons einstellt, wenn das Gas durch einen ebenfalls auf der Wage befindlichen Absorptionsapparat aufgenommen wird. Letzterer kann sehr verschieden eingerichtet

sein. Das etwa 100 ccm fassende Reagensglas oder Kölbchen r der Figur wird bei der Vorbereitung des Versuches mit ca. 25 ccm starker Kalilauge gefüllt, denen man Bimssteinstückchen oder eine Anzahl kleiner baumwollener Lappchen hinzufügt, um das Aufsteigen des Gases zu verlangsamen. Man verschließt das Gläschen mit einem Kork, in dessen Durchbohrung das zweimal rechtwinklig gebogene Glasrohr a , wel-

ches mit dem Schlauchstück *b* versehen ist, sich befindet. Mit Hülfe der Luftpumpe oder durch vorsichtiges Auskochen wird die Luft entfernt, und *b* mit einem in der Mitte ziemlich fein ausgezogenen und hier mit etwas Stearin zugeschmolzenen Röhrchen *c* verschlossen. Auch von diesen Röhrchen macht man am besten einen kleinen Vorrat und prüft ein jedes vor Gebrauch durch Saugen mit dem Munde. Dieselben erwiesen sich stets als dicht, wenn vor dem Einschmelzen des Stearins jede Spur von Feuchtigkeit entfernt war. Um den Absorptionsapparat längere Zeit luftleer aufzubewahren, braucht man ihn nur in umgekehrter Stellung, genügend weit in Wasser eingesenkt, stehen zu lassen. Durch Aufsetzen eines Quetschhahns auf das herausragende Röhrchen *b* kann man zur Abdichtung noch ein übriges thun.

Bei Ausführung des Versuches wird das Absorptionsgefäß an der Wage befestigt. Ein kleiner Gummiballon, der auf einem rechtwinklig gebogenen Röhrchen festgebunden ist, wird mit luftfreier Kohlensäure gefüllt, welche entweder aus der Bombe oder aus einem ganz einfachen Entwicklungsapparat zugeleitet wird. Es ist kaum nötig hinzuzufügen, wie man sich nach Aufblähen des Ballons mit dem Munde die ungefähre Größe, bis zu der dies ohne Platzen möglich ist, durch Umlegen eines Fadens vormerken kann. Aus dem nach Füllung mit Kohlensäure gemessenen Umfange läßt man die Schüler den Gewichtsverlust des Ballons in der Luft näherungsweise berechnen. Selbstverständlich hat man, um den zur Ballonfüllung erforderlichen Druck zu gewinnen, ein Sicherheitsrohr an der Gasentwicklungsflasche entweder fortzulassen oder ein solches zu wählen, dessen Trichter mit einem Gummipropfen verschließbar ist.

Der hinreichend gefüllte Ballon wird unter Zudrücken des Schlauchstückes *d* abgehoben und vorsichtig mit dem Verschlusröhrchen *c* verbunden. Bei passend ausgewählten Röhren ist dies auch ohne provisorisch auf *d* gesetzten Quetschhahn leicht ohne Zertrümmerung von *c* ausführbar. Nachdem man auch vom Knierohr des Ballons aus einen Bindfaden zum Haken der Wage geführt, wenn nötig, auch eine Befestigung am Hängedraht der Wagschale vorgenommen hat, um das Pendeln des Apparates zu verhüten, bringt man die Wage ins Gleichgewicht. Dann nähert man dem Stearinverschlus ein brennendes Zündhölzchen. Mit ziemlich kräftigem Ruck beginnt das Einströmen der Kohlensäure; schon nach kurzer Zeit sieht man die Wagschale, welche den sein Volumen verkleinernden Apparat trägt, herabsinken. Folgende Angaben mögen einen Anhalt bezüglich der Dauer des Versuches liefern. Bei Benutzung eines Ballons von etwa 1 l, eines Absorptionsgefäßes von 100 ccm Inhalt und 30 ccm etwa 50procentiger Kalilauge nebst Leinwandläppchen betrug die Gewichtszunahme schon nach 1½ Minuten 0,6 g, nach 4 Minuten 1 g, nach 6½ Minuten war bei einer Gewichtszunahme von 1,2 g die Absorption beendet und der Ballon durch den äußeren Luftdruck ganz zusammengedrückt. Ein unten um das Gläschen gelegter Streifen des Farbenthermoskopes zeigte die Erwärmung der Kalilauge bei der in so kurzer Zeit verlaufenden Absorption. Will man letztere noch mehr beschleunigen, so kann dies — nachdem die Schale unzweideutig durch Herabsinken die Gewichtszunahme gezeigt hat — durch vorsichtiges Schütteln des vorübergehend von der Wage genommenen Apparates geschehen. Öffnet man nach Beendigung des Versuches unter Wasser, so sieht man, daß ein Rest (bei obigem Versuch etwa 30 ccm) nicht absorbierbaren Gases verblieben ist. Dieser mehreren naheliegenden Ursachen entspringende Umstand erwies sich bei keiner der zahlreich angestellten Erprobungen des Versuches als hinderlich für völlige Entleerung des Ballons.

Das Doppelelektrophor.

Von

Oberlehrer Dr. **Geschöser** in Öls i. Schl.

Das Elektrophor in seiner gebräuchlichsten Form besteht aus einer Ebonitscheibe, die auf einer Unterlage von Metall ruht, und einem metallenen Deckel oder Schild, der an seidenen Schnüren aufgehängt ist. Beim Gebrauche wird die Hartgummi-scheibe durch Peitschen mit einem Fuchsschwanz negativ elektrisch gemacht, der Deckel aufgesetzt und durch Berührung mit der Hand die Influenzelektrizität zweiter Art abgeleitet.

Der Apparat in dieser Form leidet an einer gewissen Einseitigkeit, insofern als er immer nur freie Elektrizität einer Art, nämlich positive Elektrizität liefert. Will man den Deckel auf ähnliche Art mit negativer Elektrizität laden, so muß man als Unterlage für den Deckel einen Körper benutzen, der durch Reibung eine kräftige positive Ladung annimmt. Ein Stoff, der diese Bedingung erfüllt, ist das Glas. Die Glasscheibe muß ferner die ihr erteilte Anfangsladung längere Zeit hindurch behalten. Das erreicht man dadurch, daß man durch ein geeignetes Verfahren die Unterseite der Platte mit einem ziemlich starken und festhaftenden Überzuge aus Schellack überzieht. Glas hat auf seiner Oberfläche gewöhnlich ein Häutchen aus Wasserdampf, das sich leicht entfernen läßt, wenn man das Glas mit möglichst wasserfreiem Alkohol abreibt. Schließlic hängt die Stärke des elektrischen Zustandes, den das Glas durch die Reibung annimmt, noch von der Wahl des Reibzeuges ab. Ein mit Amalgam bestrichener Lederlappen leistet recht gute Dienste; noch vorteilhafter erweist sich ein Zylinder aus gutem, grauem Gummi (5 cm hoch und von 5 cm Durchmesser).

Man verfährt also auf folgende Weise: Die auf der Unterseite mit Schellack überzogene Glasplatte wird auf der Oberseite mit Alkohol abgerieben und hierauf unter sanftem Druck mit der gekrümmten Oberfläche des Gummizylinders gerieben. Ein recht großer Gummipropfen kann auch verwendet werden. Sodann wird der Deckel aufgesetzt, ableitend mit der Hand berührt, abgehoben und dem Fingerknöchel genähert. Die Wirkung ist eine ziemlich überraschende; man erhält bei trockener Witterung kräftige Funken von 4—5 cm Länge.

Beim Abreiben der Oberseite mit Alkohol muß man sich hüten, daß nichts von der Flüssigkeit auf die Unterseite läuft. Nachdem man das Aufsetzen und Abheben des Deckels eine Zeitlang fortgesetzt hat, dreht man die Scheibe um, setzt den Deckel auf der Unterseite auf, berührt ihn mit der Hand und hebt ihn ab. Man erhält einen kleinen Funken. Untersucht man die Ladung des Deckels mit Hülfe eines Goldblattelektroskops, so zeigt es sich, daß er positiv elektrisch ist. Demnach ist die Schellackoberfläche negativ elektrisch. Aus dem Vorigen folgt, daß auch ein dielektrischer Körper durch Influenz elektrisiert werden kann; die Scheidung der Elektrizitäten erfolgt aber nicht wie beim Leiter augenblicklich, sondern allmählich; sind die beiden Elektrizitäten aber erst einmal geschieden, so dauert es einige Zeit, ehe sie sich wieder vereinen.

Will man kräftige Ladungen positiver Elektrizität auf dem Deckel erzielen, so erteilt man der Schellackoberfläche noch einige schräg geführte Schläge mit dem Fuchsschwanz und ladet den Deckel in der bekannten Weise. Man erhält ebenfalls kräftige Funken von 4—5 cm Länge.

Das neue Elektrophor hat also den Vorteil, daß es auf der einen Seite +, auf der anderen — Elektrizität liefert; es wirkt weit besser als das gewöhnliche Elektrophor, denn es giebt ebenso kräftige Funken wie eine Reibungs-Elektriermaschine mittlerer Größe.

Die folgenden Versuche sind im Dunkeln anzustellen.

1. Die Wirkung von Spitzen. In eine kleine Platte aus Kork wird eine Stecknadel so gesteckt, daß der Kopf noch etwas aus dem Kork hervorragt. Die Platte stellt man auf den Deckel, bevor man diesen abhebt, und zwar so, daß der Kopf der Nadel den Deckel berührt. Beim Abheben des Deckels kann man das Ausströmen der Elektrizität aus der Spitze der Nadel beobachten, zugleich hört man ein leises Zischen.

2. Ist der Deckel negativ elektrisch, so bemerkt man häufig an der Außenseite des Randes kleine leuchtende Punkte. Ist der Deckel aber positiv geladen, so strömen an einzelnen Stellen des Randes prächtige, leuchtende Büschel aus. Betrachtet man diese Büschel genauer, so erkennt man, daß sie aus einzelnen leuchtenden Punkten bestehen, die durch dunkle Zwischenräume von einander getrennt sind. Man wird hierbei unwillkürlich an das geschichtete Licht erinnert, das in den Geißlerschen Röhren der Anode entströmt. Und in der That ist die Erscheinung in der Luft genau dieselbe. Man kann sich diese Schichtung in folgender Weise erklären: Positiv geladene Luftteilchen werden besonders an den Stellen, an denen die Büschel erscheinen, vom Deckel fortgeschleudert, treffen auf andere, laden diese mit derselben Elektrizität und werden hierauf, teils durch ihre Elastizität, teils durch die abstossende Kraft zwischen gleichnamig elektrisierten Körpern wieder nach dem Deckel zurückgeschleudert. An der Stelle, an der eben eine Verdichtung war, ist eine Verdünnung eingetreten. Die getroffenen Luftteilchen haben die Bewegung der ersten übernommen und auf weitere in ihrer Bewegungsrichtung fortgepflanzt. So entsteht eine Reihe von Luftwellen, ähnlich wie sie durch die schwingenden Zinken einer Stimmgabel erzeugt werden. Die elastische Kraft der Stimmgabel wird hier durch die elektrische Kraft des Deckels ersetzt. In den Verdichtungen, in denen die Luftteilchen aufeinanderprallen, findet der mit Lichterscheinung verbundene elektrische Ausgleich statt.

3. In einiger Entfernung von dem Elektrophor wird eine evacuierte Glaskugel aufgestellt. Beim Abheben des Deckels leuchtet die Kugel; wird der Deckel durch einen Funken entladen, so tritt ein abermaliges, noch stärkeres Leuchten ein; ebenso beim Wiederaufsetzen des Deckels, und auch wenn er ableitend mit der Hand berührt wird. So wird jede Änderung des elektrischen Zustandes des Deckels von einem Aufleuchten der Röhre begleitet.

4. Ich hebe den geladenen Deckel mit der linken Hand von der Unterlage ab, in der rechten halte ich eine zylindrische Vacuumröhre an einem Ende. Diese Röhre bewege ich wippend in verticaler Richtung an dem horizontal gehaltenen Deckel auf und nieder. Die Röhre leuchtet lebhaft; doch sieht man nicht nur eine, sondern mehrere leuchtende Röhren, gleichsam einen leuchtenden Fächer.

Die vorstehenden Versuche gelingen mit dem gewöhnlichen Elektrophor nur unvollkommen oder gar nicht.

Aus dem letzten Versuche lassen sich einige sehr bemerkenswerte Folgerungen ziehen. Da man die leuchtende Röhre mehrfach sieht, so haben wir es mit einzelnen, plötzlichen Entladungen zu thun. Das deutet darauf hin, daß der elektrische Zustand der Glaswand die Ursache des Leuchtens ist. Denn käme nur der Innenraum

der Röhre in Betracht, so würde die Lichterscheinung bei der leichten Verschiebbarkeit der Luftteilchen einen kontinuierlichen Verlauf zeigen müssen. Bei einem dielektrischen Körper aber, wie Glas, tritt die durch Influenz hervorgerufene Scheidung der Elektrizitäten nicht plötzlich ein, aber sie verschwindet auch erst wieder nach einer gewissen Zeit. Das Auftreten und Verschwinden dieses elektrischen Zustandes wird durch das Aufleuchten der Röhre angezeigt. Ferner: die Stärke der elektrischen Kraft des Deckels nimmt ziemlich rasch ab; trotzdem leuchtet die Röhre noch, wenn auch die Ladung bereits ganz schwach geworden ist. Es genügt demnach eine verhältnismässig geringe elektrische Kraft, um das Aufleuchten der Röhre hervorzubringen. Ich will nun diese Folgerungen durch den Versuch auf ihre Richtigkeit hin prüfen.

Ich elektrisiere einen Ebonitstab, indem ich ihn kräftig mit einem Stück Fuchsfell reibe. Den elektrisierten Stab bewege ich an einer evacuierten Kugel hin und her, die eine Elektrode besitzt. Man sieht einen Lichtschein von der Elektrode ausgehen und dem bewegten Stabe folgen. Ich fahre mit dem Hartgummistabe an einer zylindrischen Vacuumröhre ohne Elektroden hin und her. Sofort leuchtet die Röhre. Ein elektrisierter Glasstab thut dieselben Dienste. Änderungen in dem elektrischen Zustande einer Glasröhre lassen sich aber nicht nur durch Annähern oder Entfernen eines elektrisierten Körpers bewirken oder durch Berühren mit einem elektrischen Körper, sondern auch durch Reiben mit geeigneten Stoffen. Ich reibe die zylindrische Röhre mit einem amalgamierten Lederlappen; die Röhre gerät in lebhaftes Leuchten. Ich ersetze den Lederlappen durch ein Stück Fuchspelz. Auch bei diesem Versuche leuchtet die Röhre kräftig. Interessant ist ferner die Umkehrung des Versuches. Man reibt die Röhre mit dem amalgamierten Leder; so lange man reibt, leuchtet die Röhre; hört man auf, so hört auch das Leuchten auf, trotzdem die Röhre auf ihrer Oberfläche ziemlich stark positiv elektrisch ist. Ich umfasse nun die Röhre, die ich an einem Ende in der rechten Hand halte, mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand und ziehe die Röhre durch den so gebildeten Ring; die Röhre fängt alsbald an zu leuchten. Man kann dieses Durchziehen mehrfach wiederholen, bis die Röhre ganz entladen ist, und man erhält jedesmal die Lichterscheinung. Bei den letzten Versuchen ist es jedoch störend, dass man die Stellen, von denen das Leuchten ausgeht, nicht deutlich genug sieht, weil ein grosser Teil der Röhre durch das Reibzeug verdeckt wird. Ich nehme daher den bereits anfangs erwähnten Gummipfropfen und reibe mit seiner gekrümmten Oberfläche die Röhre; es dauert nicht lange, so beginnt diese zu leuchten, und man beobachtet einen leuchtenden Bogen, der von der geriebenen Stelle ausgeht. Bewegt man den Pfropfen an der Röhre nach oben, so ist auch der leuchtende Bogen nach oben gekrümmt, bewegt man den Pfropfen an der Röhre nach unten, so ändert auch der Lichtbogen seine Richtung. Ich reibe ferner eine Stelle der evacuierten Glaskugel mit dem Gummizylinder. Nach wenigen Sekunden beginnt das Licht von der geriebenen Stelle im Innern der Röhre auszustrahlen. Die benutzten Vacuumröhren können auch durch beliebige Geißlersche Röhren ersetzt werden.

Welche Rolle spielt nun der beinahe luftleere Innenraum der Röhren bei dem Leuchten? Das Leuchten ist eine Folge des elektrischen Ausgleiches zwischen den Molekülen im Innern, die zum Teil ihre Ladung von der elektrisierten Innenwand der Röhre erhalten, oder wenn der elektrische Zustand der Innenwand verschwindet, ihre Ladung an die Glaswand abgeben. Bei einer mit Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit gefüllten Röhre verteilt sich die Elektrizität auf eine zu grosse Menge von

Molekülen, die daher nur ganz geringe Ladungen annehmen und bei ihrem Anstofs gegen die andern nur schwache Lichterscheinungen hervorrufen. Ich nehme eine mit Luft gefüllte harte Glasröhre, eine sogenannte Verbrennungsröhre, und verschliesse sie beiderseits mit einem Pfropfen aus Siegellack. Reibe ich die Röhre eine Zeit lang recht kräftig mit dem amalgamierten Lederlappen, so fängt auch diese Röhre schwach zu leuchten an. Allerdings darf man hierbei den schwachen Lichtschimmer in der Röhre nicht mit den leuchtenden Punkten verwechseln, die sich auf der Oberfläche des Glases an den Stellen zeigen, über die der amalgamierte Lappen eben hinweggegangen ist. Diese Versuche geben zugleich eine Erklärung für das Leuchten der Röhren bei den Experimenten von Tesla. Auch hier wird das Leuchten durch rasch wechselnde statische Ladungen der Glaswand hervorgebracht.

Das Doppeltelektrophor nebst Zubehör kann von dem Mechaniker Herrn Fritz Tiefen in Breslau, Adalbertstrasse 16 zum Preise von 14 M. bezogen werden. Der Apparat steht unter Musterschutz (D. R.-G.-M. No. 110 595).

Einige Bemerkungen zum Gebrauch der Dimensionen.

Von

Dr. K. Schreber, Privatdozent an der Universität Greifswald.

In dieser Zeitschrift hat sich in letzter Zeit eine Diskussion über den Nutzen und die Anwendung der Dimensionen beim Unterricht entwickelt. Ich möchte mir erlauben, einige in dieser Diskussion erwähnte Punkte hier zu erörtern.

I. Im seinem Buche über absolute Mafse giebt Czóglér¹⁾ ein Beispiel, wie man durch bloße Betrachtung der Dimensionen physikalische Gesetze entwickeln könne. Weise (diese Zeitschr. XII 40) hat in seinem Vortrage dasselbe Beispiel wieder aufgenommen, ohne aber für die Einführung der Dimensionen in den Unterricht einzutreten. Trotz der scharfen Opposition, welche Pietzker (diese Zeitschr. XII 41) gegen die in jenem Beispiel angewandte Methode macht, hält Höfler (diese Zeitschr. XII 15) dieselbe, wenn auch nur als „Kunststück“, aufrecht. Er hat sogar ein noch einfacheres Beispiel als das von Czóglér und Weise benutzte gegeben.

Man braucht nun gar nicht auf dem scharfen Standpunkt, den Pietzker einnimmt, nach welchem die Dimensionsgleichung gar nicht in der von Czóglér angegebenen Weise zerfällt werden darf, zu stehen und kann doch leicht erkennen, daß dieses „Kunststück“ wirklich nur Taschenspielererei ist. Ein einfaches Beispiel wird dieses klarlegen.

Aus vorläufigen quantitativen Versuchen habe sich ergeben, dass die Steighöhe in einer benetzten Kapillaren abhängig ist vom Radius r des Rohres und von einer charakteristischen Eigenschaft der benetzten Flüssigkeit, von weiter nichts. Es soll aus diesen Beobachtungen das Gesetz

$$h = \frac{2\alpha}{s \cdot r} = \frac{a^2}{r}$$

abgeleitet werden. Jeder Schüler, dem die Kapillaritätserscheinungen vorgeführt werden, kennt als charakteristische Eigenschaft von Flüssigkeiten das spez. Gewicht s derselben, und daß dasselbe hier von Einfluß sei, wird er sich leicht sagen können, da ja im Rohr ein bestimmtes Flüssigkeitsgewicht gehoben wird. Er wird also, wenn er nach Czóglér verfahren will, ansetzen:

$$[\text{cm}] = [\text{gr cm}^{-2} \text{sec}^{-2}]^x [\text{cm}]^y .$$

Daraus ergibt sich $x=0$, $y=1$. Es ist also die Steighöhe vom spez. Gewicht unabhängig und dem Radius direkt proportional.

¹⁾ Czóglér: Dimensionen und absolute Mafse. Leipzig 1889.

Man erkennt aus diesem Beispiel, daß man nur solche Gesetze mit Hilfe der Dimensionen ableiten kann, von denen man vorher weiß, daß die in ihnen vorkommenden Constanten die Dimension Null haben. Weiß man das nicht vorher, so führt die Methode zu falschen Gesetzen. Man kann also nur solche Gesetze ableiten, die man schon vorher kennt.

II. Auch der Nutzen der Dimensionen zur Prüfung physikalischer Gleichungen auf Homogenität ist sehr gering. Die größte Mehrzahl physikalischer Gleichungen ist höchst einfacher Natur, namentlich soweit sie im Unterricht vorkommen. Aus der Lehre der Kapillarität z. B. wird wohl kaum noch eine weitere Gleichung außer den beiden oben angeführten, welche die Messung der Oberflächenspannung bezw. der QUINKESCHEN Kapillaritätsconstante ermöglichen, im Unterricht benutzt werden. Entwickele ich aus der ersten die Dimension der Oberflächenspannung zu $[\alpha] = [\text{gr sec}^{-2}]$, so hat es gar keinen Sinn, nun umgekehrt mit Hilfe dieser Dimension die gegebene Gleichung auf Homogenität zu prüfen; es wäre ja nur eine Probe auf die richtige Berechnung der Dimension.

Während also im Unterricht der Experimentalphysik selten Gleichungen vorkommen, bei denen die Prüfung der Homogenität mit Hilfe der Dimensionen anzuwenden ist, ist das natürlich anders im mathematischen Unterricht bei der Behandlung eingekleideter Aufgaben und in der theoretischen Physik. Dort kommen solche Gleichungen in großer Zahl vor, und dort werden dementsprechend die Dimensionen auch oft in diesem Sinne verwandt.

III. Die physikalischen Gleichungen sind und bleiben stets Proportionsgleichungen, aber nicht in dem Sinne, wie PUTZKER es meint, daß die in der Gleichung vorkommenden Größen nur Maßzahlen, nur Verhältniszahlen wären.

Ein Beispiel wird das am besten klarzulegen gestatten. Das COULOMBSCHES Gesetz für Magnetismus heißt

$$K = \alpha \frac{\mu \mu'}{r^2}.$$

Wären nun $\mu \mu'$ und r nur Maßzahlen ohne irgend welche physikalische Bedeutung, so würde man ja ohne weiteres die Multiplikation ausführen können und an Stelle des Gesetzes eine einfache Zahl haben. Daß man diese Operationen nicht ausführt, beweist, daß man sie nicht ausführen kann. Da man nun Magnetismuskraften nicht miteinander multiplizieren und durch das Produkt einer Entfernung mit sich selbst dividieren kann, so müßten $\mu \mu'$ und r ausser der Bedeutung von Maßzahlen noch die von Magnetismuskraften bezw. Entfernung haben, wenn man das Gesetz als eine mathematische Gleichung auffassen dürfte, welcher es ja formell gleich ist. Das ist aber falsch.

Das Gesetz ist vielmehr nur der in eine einer mathematischen Gleichung ähnliche Form gebrachte Ausdruck folgender Regel: Wenn man die Maßzahl einer Magnetismuskraft mit der Maßzahl einer anderen Magnetismuskraft multipliziert und durch das Produkt der Maßzahl ihrer Entfernung mit sich selbst²⁾ dividiert, so erhält man eine Zahl, welche der Maßzahl derjenigen Kraft proportional ist, mit welcher die beiden Magnetismuskraften in der gegebenen Entfernung auf einander einwirken, d. h. wenn wir an Stelle der eben benutzten Magnetismuskraften zwei andere in anderer Entfernung haben, und behandeln die Maßzahlen dieser Größen in derselben Weise, so verhält sich die jetzt erhaltene Zahl zu der vorhin erhaltenen wie die Maßzahl der zwischen den Magnetismuskraften im zweiten Fall wirkenden Kraft zur Maßzahl der im ersten Fall wirkenden Kraft.

Ein physikalisches Gesetz enthält also zwei stets von einander zu unterscheidende Theile: Einmal giebt das Gesetz an, welchen mathematischen Rechenoperationen gewisse Maßzahlen unterworfen werden sollen; zweitens giebt es aber auch die physikalischen Begriffe, welche, mit jenen Maßzahlen vereinigt, die im Experiment auftretenden physikalischen

²⁾ Es können selbstverständlich auch nur die Maßzahlen von Entfernungen mit einander multipliziert werden, nicht die Entfernungen selbst, denn aus 2 Entfernungen kann nie eine Fläche entstehen.

Größen bilden. Um die Vereinigung so heterogener Teile zu ermöglichen, stellt man die physikalischen Begriffe so nebeneinander, wie es die mit den Maßzahlen auszuführenden Rechenoperationen verlangen, gleichsam als sollten mit den Begriffen selbst diese Operationen vorgenommen werden.

Es ist als ein grosser Fortschritt anzusehen, daß wir diese Vereinigung vornehmen können, denn nur so entgehen wir der umständlichen Sprache der Physik in früheren Zeiten, wie sie HÖFLER erwähnt. Allerdings müssen wir uns stets erinnern, daß die mathematische Form des Gesetzes nur ein kurzer Ausdruck für eine umständliche Regel ist.

Vielfach wird nun leider der zweite Teil der Regel weggelassen, weil er sich bei sämtlichen Gesetzen der Form nach wiederholt; mit anderen Worten, man setzt den Proportionalitätsfaktor gleich 1. Ob das zulässig ist oder nicht, kann in jedem Falle nur eine besondere Untersuchung entscheiden. In den meisten Fällen wird das erste eintreten, z. B. in dem von HÖFLER angeführten Gesetze $p = mg^3$). Dagegen nicht zulässig ist es z. B. bei dem Coulombschen Gesetz.

Wir finden in der Elektrizitätslehre 4 von einander unabhängige Grundgesetze: das Coulombsche für den Magnetismus $K = \alpha \cdot \frac{\mu \mu'}{r^2}$, das für die Elektrostatik $K = \beta \frac{l l'}{r^2}$, das Ampèresche für die Elektrodynamik $K = \gamma \frac{i l i' l'}{r^2}$ und das Biot-Savartsche für den Elektromagnetismus $K = \delta \cdot \frac{\mu i l}{r^2}$, zu denen wir noch die Definition der Stromstärke $i = \frac{e}{t}$ fügen müssen. — Ich habe der Einfachheit halber in den beiden letzten Gesetzen die Lage der Stromleiterelemente so gewählt, daß die trigonometrischen Funktionen den Werth 1 erhalten. — Wollte man hier die 4 Proportionalitätsfaktoren auch sämtlich gleich 1 setzen, so würde man bald zu Widersprüchen gelangen.

Da die Einheiten von K , r und t in der Mechanik festgelegt sind, so sind noch zu bestimmen die Einheiten von μ , e und i und die Werte von α , β , γ , δ . Wir haben also 7 Unbekannte und 5 Gleichungen; wir dürfen demnach nur über 2 Proportionalitätsfaktoren frei verfügen, dann sind durch jene Gleichungen die anderen beiden auch schon bestimmt. Eliminiert man μ , e , i , so bleiben noch die beiden Gleichungen

$$\begin{aligned} \beta &= \gamma v^2 \\ \alpha \beta &= \delta^2 v^2, \end{aligned}$$

welche die gegenseitige Abhängigkeit der 4 Faktoren von einander angeben; v bedeutet eine Geschwindigkeit, die sogenannte kritische Geschwindigkeit. Welchen beiden der Faktoren man einen bestimmten Wert geben will, der in diesem Falle nicht gerade 1 zu sein braucht, sondern auch eine einfache Potenz der kritischen Geschwindigkeit sein kann, hängt ab von dem Zweck, welchen man verfolgt; daher so viele verschiedene Maßsysteme in der Elektrizitätslehre.

Nebenbei möchte ich hier noch bemerken, daß ich, um jene unbestimmten beiden Gleichungen systematisch zu lösen, noch eine dritte Gleichung hinzunehme, nämlich die in der Technik wichtige:

$$i = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{m}{f},$$

vermittelt welcher ein Stromkreis von der Stärke i ersetzt werden kann durch eine magnetische Schale, deren Moment pro Flächeneinheit m/f ist. Setzt man willkürlich fest, daß diese Gleichung eine möglichst einfache Gestalt bekommen soll, und giebt zu dem Zwecke dem Quotienten α/δ der Reihe nach die Werte 1, v , v^2 , so erhält man leicht eine Tabelle der praktisch brauchbaren Maßsysteme.

Auch die Bedeutung der kritischen Geschwindigkeit erkennt man auf diesem Wege leicht, ohne sich erst auf die Untersuchung der Dimensionen der elektrischen Größen in

³⁾ Das später als jene Gleichung besprochene Newtonsche Gesetz bekommt deshalb einen von 1 verschiedenen Faktor.

den verschiedenen möglichen Maßsystemen einzulassen. Setzt man in $\beta = \gamma v^2$ $\gamma = 1$, so erhält man $\beta = v^2$. Mit diesen Werten erhalten wir aus dem Coulombschen und Ampèreschen Gesetz die Folgerung: Es muß sich die Einheit der Elektrizitätsmenge mit der Geschwindigkeit v bewegen, wenn sie dieselbe Wirkung ausüben soll, wie der Strom I . Auf diesem Wege hat auch ROWLAND zum erstenmale im Laboratorium von v. HELMHOLTZ die Existenz der kritischen Geschwindigkeit experimentell gezeigt; allerdings nicht elektrodynamisch, sondern elektromagnetisch. Dafs diese durch das gleichzeitige Bestehen des Coulombschen und Ampèreschen Gesetzes bedingte Geschwindigkeit gleich der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Kraft sei, ist ausschließlichs eine Folge der Maxwell'schen Theorie.

Aus dem Vorstehenden ist der Schlufs zu ziehen, dafs man stets erst untersuchen muß, ob es zulässig ist, den Proportionalitätsfaktor eines physikalischen Gesetzes gleich 1 zu setzen, da, wie das Beispiel zeigt, manche Gesetze einen von 1 verschiedenen Faktor verlangen, um nicht mit anderen Gesetzen in Widerspruch zu geraten⁴⁾. Und zweitens folgt, dafs die Dimensionen der elektrischen Gröfsen auf der Schule jedenfalls nicht zu behandeln sind, denn will man dem Schüler volle Wahrheit bieten, so muß man die Lösung der beiden unbestimmten Gleichungen vollständig diskutieren, und dazu ist wohl die Zeit zu kostbar, umsomehr, da man die Bedeutung der kritischen Geschwindigkeit schon, ohne die Dimensionen aufzustellen, klar legen kann.

IV. In seinem Vortrage „Das absolute Maßsystem“ hebt Lehmann (diese Zeitschr. X 17) die Thatsache hervor, dafs die Techniker auf dem Gebiete der Mechanik sich nicht haben entschließen können, zu dem in der Wissenschaft auf allen Gebieten der Physik und von ihnen selbst auf dem Gebiete der Elektrizität benutzten neueren Maßsystem überzugehen.

Ich glaube, für die Techniker ist dabei ein Umstand bestimmend, welcher bisher noch nicht recht beachtet worden ist und welcher mir auch für die Schule nicht ganz unwichtig zu sein scheint.

Als Galilei die Physik neu erschuf, bildete für ihn neben Raum und Zeit die Kraft den dritten Fundamentalbegriff und sie hat ihn bis vor wenigen Jahrzehnten unangefochten gebildet. Als Gaußs schon längst sein Maßsystem, welches an Stelle der Kraft die Masse als Fundamentalbegriff setzt, vorgeschlagen hatte, behauptete die Kraft noch ihre alte Stelle; erst Hertz hat in seiner Mechanik den Versuch gemacht, die Gauß'sche Idee consequent durchzuführen.

Der einzige, aber sehr schlimme Vorwurf, welcher dem alten System gemacht werden kann, ist der, dafs seine Einheit der Kraft in der gebräuchlichen Definition von Ort zu Ort verschieden, d. h. von der geographischen Lage auf der Erde abhängig ist. Statt diesem in der Definition der Einheit liegenden Mangel abzuhelpfen, hat Gaußs die Kraft als Fundamentalbegriff überhaupt verworfen und dafür die Masse eingeführt. Definiert man aber als Einheit der Kraft diejenige Kraft, mit welcher sich 2 gleich grofse Platinkugeln (spez. Gewicht 21,05) anziehen, wenn ihre Oberflächen sich berühren und ihr Radius 11,02 cm beträgt und nennt diese eine Dyne (dy)⁵⁾, so erhält man ein Maßsystem, welches gerade so von der geographischen Lage unabhängig ist, wie das von Gauss vorgeschlagene und welches dieselben Einheiten, wie sie jetzt im Anschlufs an das neuere System eingeführt worden sind, beibehält, also namentlich die Doppelsinnigkeit von Gramm als Masse und Gewicht vermeidet.

⁴⁾ Vgl. Kleinpeter, diese Zeitschr. X 119.

⁵⁾ Diese Definition ist als praktische Definition der Krafteinheit ebenso berechtigt, wie die praktische Definition der Masseneinheit als des 1000. Teiles des Archivkilogrammstückes. Die Rechnung ist durchgeführt in Analogie mit einer Aufgabe von OBERBECK (Winkelmann, Handbuch der Physik I, S. 30). Die Gravitationsconstante ist nach den Bestimmungen von Richarz und Krigar-Menzel (Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1896 S. 1305 zu $6,685 \cdot 10^{-8}$ gr cm³ sec⁻² angenommen.

Dieses System, welches ich das Galileische nennen will, hat vor dem Gaußsichen den Vorzug, daß es eine große Reihe von wichtigen Größen der Mechanik in sehr anschaulicher Form darstellt. Ich habe in der nachfolgenden Tabelle die Dimensionen⁶⁾ einiger dieser Größen nach beiden Systemen nebeneinander gestellt.

	Galilei	Gauß
Kraft	dy	gr cm sec ⁻²
Masse	dy cm ⁻¹ sec ²	gr
Bewegungsgröße	dy sec	gr cm sec ⁻¹
Oberflächenspannung	dy cm ⁻¹	gr sec ⁻²
Atmosphärendruck	dy cm ⁻²	gr cm ⁻¹ sec ⁻²
Elastizitätsmodule		
Energie	dy cm	gr cm ² sec ⁻²
Effekt	dy cm sec ⁻¹	gr cm ² sec ⁻³

Wenn auch, wie KLEINPETER (diese Zeitschr. X 119) bemerkt, die Einheiten der Kraft und der Masse in beiden Systemen eine reziproke Anschaulichkeit besitzen, so sind doch die übrigen Größen viel einfacher aus der Kraft als aus der Masse abzuleiten. Der für die Technik so wichtige Atmosphärendruck und der Elastizitätsmodul ergeben sich als Kraft pro Flächeneinheit, während ihre Beziehungen zur Masse sich nicht einfach aussprechen lassen. Auch ist jedenfalls die Energie leichter als Arbeit (Kraft mal Weg), denn als lebendige Kraft (Masse mal Quadrat der Geschwindigkeit) vorzustellen. Der Effekt ist die von einer Kraft mit einer gewissen Geschwindigkeit geleistete Arbeit, während die Beziehung zur Masse wiederum nicht in Worte zu kleiden ist, denn cm² sec⁻³ ist kein physikalischer Begriff.

Man kann es jedenfalls dem Techniker nicht verdenken, wenn er ein Maßsystem beibehält, welches gestattet, die von ihm häufig gebrauchten Begriffe leicht und anschaulich mit Worten auf die Fundamentalbegriffe zurückzuführen. Und diese anschauliche Darstellung durch die Grundbegriffe ist wohl auch die Ursache, warum HÖFLER (diese Zeitschr. XI 70, Absatz 3) in einigen Gebieten der Physik das Galileische System erhalten will, während er im ganzen sich gegen dasselbe ablehnend verhält.

Ob man nun im Unterricht des Zusammenhanges mit der Wissenschaft wegen das Gaußsische System oder der Anschaulichkeit wegen das Galileische verwenden will, wage ich nicht zu entscheiden; umso weniger, da auch das Galileische System, was die Anschaulichkeit anbelangt, weit übertroffen wird von dem von Ostwald⁷⁾ vorgeschlagenen.

V. Aber einen Nutzen nach anderer Richtung können wir aus der Tabelle ziehen, nämlich die Erkenntnis, nur solche Dimensionen in der Schule zu benutzen, welche sich aus dem durch sie darzustellenden Begriff ohne weiteres ergeben und umgekehrt, aus welchen sich der dargestellte Begriff ebenfalls sofort erkennen läßt, mit anderen Worten, solche Dimensionen, welche anschaulich sind. Ist dem Schüler klar geworden, daß er die Maßzahl einer Geschwindigkeit erhält, indem er die Maßzahl des Weges durch die der Zeit dividiert, so wird er auch die Dimension der Geschwindigkeit [cm sec⁻¹] ohne Schwierigkeiten behalten. Und umgekehrt, findet er als Benennung einer Maßzahl die Dimension [cm sec⁻¹], so wird er ohne weiteres erkennen, daß eine Geschwindigkeit gemeint ist. Selbstverständlich ist dabei, daß die Dimensionen wie die der Mechanik eindeutig sind. Ja die Frage nach der Dimension eines Begriffes läßt sich sogar, wenn man sich auf solche anschauliche Dimensionen beschränkt, als Probe ansehen, ob dem Schüler ein Begriff klar geworden ist oder nicht. Dimensionen, welche das nicht leisten, sollten jedenfalls vermieden werden.

⁶⁾ Die Dimensionen sind physikalische Gesetze in dem oben besprochenen Sinne, bei welchem der Proportionalitätsfaktor stets gleich 1 ist.

⁷⁾ Ostwald, Berichte der Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig 43, 277; 1891.

Die physikalischen Dimensionen.

Von

M. Koppe in Berlin.

Seit Gaußs und Weber misst alle Welt magnetische und elektrische Größen nicht mehr nach willkürlich angenommenen Normalgrößen, sondern nach Einheiten, die aus den willkürlich festzusetzenden Einheiten der Länge, der Zeit und der Masse gesetzmäßig abzuleiten sind. Als Fundamental-Einheiten wurden von verschiedenen Physikern bald mm, mg, sek, bald cm, gr, sek, bald der Erdquadrant, eine Masse von 10 Billiontelgramm, die Sekunde angenommen. Dadurch werden auch die abgeleiteten Einheiten verschieden, folglich erhalten auch die in ihnen gemessenen Größen verschiedene numerische Werte. Die Ökonomie des Denkens führte die Engländer zur Aufstellung eines Schemas, nach welchem jedes Umrechnen beliebiger Größen aus einem System in das andere sich so einfach vollzieht, wie etwa die Umrechnung der Höhe eines Berges aus Fuß in Meter. Durch Maxwells Buch über Elektrizität und Magnetismus ist dieses Schema der Dimensionen allgemein bekannt geworden, es fehlt in wenigen Lehrbüchern der Physik, aber es fehlt an einer nüchternen, deutlichen Erklärung des Begriffs der Dimensionen; man hat sich gewöhnt, mehr gefühlsmäßig nach den in Maxwell vorgerechneten Beispielen wie nach bewährten Rechenregeln zu verfahren, ja man hat zum Teil den ursprünglichen Sinn vergessen zu Gunsten eines abgeleiteten, das nämlich die Dimensionen auch mehr oder weniger sicher die Art und Größe der gerade zu benutzenden Einheit erkennen lassen, ähnlich als ob man meinte, ein Vogel habe die Federn zu dem Zwecke, das man ihn daran erkenne. Es ist das Verdienst PIETZKERS¹⁾, mit dem freimütigen Bekenntnis dieser Unklarheiten hervorgetreten zu sein; er misst den abgeleiteten Einheiten des absoluten Systems keine andere Geltung bei als den ehemaligen willkürlich gewählten, seine physikalischen Gleichungen sind daher nur Verhältnisgleichungen, aus denen sich die für jede Größenart zu Grunde gelegten Einheiten herausheben. Unter Verhältnisgleichung kann nach der ganzen Tendenz des Aufsatzes nur Proportion verstanden werden, wenn auch der synonyme Ausdruck „Gleichung zwischen Verhältnissen“ an sich eine andere Deutung zuliefse; so hat es auch HÖFLER (d. Ztschrft. XII 15—25) verstanden. Wir sind daher nicht der Meinung PIETZKERS²⁾, das seine früheren Ausführungen von KUHFAHL, der die angegriffenen Dimensionen zu retten sucht, mißverständlich oder irrtümlich aufgefaßt seien. Die heutige Physik stellt nicht nur Proportionen auf zwischen gleichartigen Größen, sondern sie überspringt die Kluft zwischen der Beschleunigung eines fallenden Steines und dem Ton einer schwingenden Saite, was nach SCHELLBACH³⁾ eine weit größere Macht offenbart als der Fortschritt von der Bewegung einer Last zur Überwältigung einer millionenfach größeren, den Archimedes sich zutraute.

Hätte PIETZKER Recht, so müßte man die Dimensionen als wesenlosen Schein vollständig aufgeben, denn wer wollte wohl — was ja immerhin zugestanden wird — „in üblicher Weise schreiben“: $(LT^{-1}) = (L^{x+z} M^{x+y} T^{-2x})$, wenn ihm verboten wird, diese Gleichung in drei zu zerlegen, da ja L, M, T reine Zahlen seien, somit Potenzen von L auch mit solchen von M und von T verglichen werden dürften? Wer doch die Zerfällung der Gleichung vornehme, halte zweifellos L, M, T nicht für Zahlen, sondern für wirkliche Größen oder Sachen, und Sachen zu multiplizieren und zu dividieren, sei sinnlos.

Trotz des Beifalls, den HÖFLER (a. a. O.) den PIETZKERSchen Ausführungen im allgemeinen spendet, stimmt er doch durchaus nicht in die radikale Verurteilung der Dimensionen ein, schon wegen des Nutzens, den sie in der Stereometrie bekanntermaßen leisten. Man erkläre es dort für selbstverständlich, das weder ein Volumen einer Fläche, noch deren Maßzahlen einander gleich sein können. Der Grund hierfür lasse sich nicht ohne tieferes

¹⁾ Unterrichtsblätter IV, S. 66—71. Bericht in d. Ztschrft. XII, 41—43.

²⁾ Unterrichtsblätter V, S. 33. Vergl. den Bericht i. d. Heft S. 169.

³⁾ Programm des Friedrich Willh.-Gymn. zu Berlin, 1866, S. 15.

theoretisches Eingehen auf die begriffliche Verschiedenheit zwischen Mafszahl und reiner Zahl und ohne einen Einblick in das eigentliche Wesen der Dimensionen darlegen. Da HÖFLER nicht näher hierauf eingeht, wollen wir den Grund als Vorbereitung auf das Folgende hier ergänzend mitteilen. Sind v und f die Mafszahlen des Volumens und der Fläche, etwa bei Benutzung des Meters als Längemaß, so kann wohl zufällig $v=f$ sein, z. B. für das Volumen und die Oberfläche des Würfels, dessen Kante = 6 m ist. Wählt man eine neue Mafseinheit, die λ -mal in der alten enthalten sei, so werden die Mafszahlen $v\lambda^3$ und $f\lambda^2$, und es ist unmöglich, daß, für jeden Wert der Variablen λ $v\lambda^3=f\lambda^2$ wird, aufer etwa für $v=f=0$. Dagegen stellt die Gleichung $h^2=p\cdot q$ beim rechtwinkligen Dreieck kein bloß zufälliges Zusammentreffen von Zahlenwerten dar, sie geht bei Veränderung des Maßstabs in die neue (richtige) Gleichung $\lambda^2 h^2=\lambda^2 p q$ über, und so muß es immer sein, wenn die verglichenen Größen ihrem Wesen nach gleich sind.

Wie wenig Klarheit in dem vorliegenden Gebiete bis jetzt herrscht, zeigt auch eine Äusserung HOLZMÜLLERS⁴⁾, der angegriffen worden war, weil er das elektrische Potential μ/r für eine mechanische Arbeit erklärte, während doch erst $\mu\mu'/r$ eine solche vorstellt. Er sagt: „Übrigens läßt sich auch die Potential-Funktion μ/r als Arbeit denken, indem man sich den Faktor 1 hinzugeschrieben denkt, der nun die Dimensionen des Faktors μ' hat. Denn auch Einheiten besitzen bekanntlich ihre Dimensionen. Es fragt sich sogar, ob es nicht besser wäre, dies ein für allemal zu thun. Da sich jedoch einige Schriftsteller daran gewöhnt haben, von diesem Faktor 1 abzusehen, so will ich eine Rückkehr durchaus nicht beanspruchen.“ Dies ist haltlos. Wenn ein aus den Mafszahlen verschiedener Größen zusammengesetzter Ausdruck, Produkt oder Quotient, wie μ/r , in einem Maßsystem z. B. = 18, in einem anderen = 29 wird, so wird dieser Ausdruck, noch mit der Einheit der Elektrizitätsmenge für das jedesmalige System multipliziert, immer noch dort = 18, hier = 29 sein. Für die Umrechnung verhält sich also der Ausdruck mit der hinzugedachten 1 gerade so wie ohne diesen Faktor. Da aber die Dimensionen nur dazu da sind, den Umrechnungsfaktor darzubieten, so behält das Potential μ/r nach wie vor die Dimensionen eines Quotienten aus Arbeit und Elektrizitätsmenge. —

Ist die Geschwindigkeit eines Schnelldampfers

$$v = 23 \frac{[\text{Seemeile}]}{[\text{Stunde}]},$$

so ist nach HÖFLER (a. a. O.), buchstäblich aufgefaßt, das im Nenner stehende Wort [Stunde] eine Absurdität, er erklärt es aber für ein Symbol, bei dessen Wahl ohne Zweifel eine Art Ineinanderschiebung zweier Gedanken stattgefunden habe: 1. Du sollst durch die Mafszahl der Zeit (z. B. 2) die Mafszahl des gerade zurückgelegten Weges (z. B. 46) dividieren, 2. du sollst in Erinnerung behalten, daß die Mafseinheiten der Zeit Stunden sind.

Eine so schwierige symbolische Deutung ist nicht nötig. Das Zeichen [Seemeile] bedeutet eine Zahl, nämlich die Anzahl einer gewissen Art Ur-Längeneinheiten, die eine Seemeile zusammensetzen. Das Zeichen [Stunde] bedeutet eine Zahl, nämlich die Anzahl der in einer Stunde enthaltenen, übrigens willkürlich zu bestimmenden, Ur-Zeiteinheiten. Ebenso bedeutet in Dimensionsausdrücken das Zeichen [Meter] eine Zahl, nämlich die Anzahl der auf das Meter gehenden Ur-Längeneinheiten, [Sekunde] die Anzahl der auf die Sekunde gehenden Ur-Zeiteinheiten. Natürlich könnte man die eben definierten Zahlen durch lateinische oder griechische Buchstaben ersetzen, z. B. [Seemeile] = M , [Stunde] = S , [Meter] = μ , [Sekunde] = σ , um aber nicht eine übergroße Zahl von Buchstaben definieren zu müssen, behält man gewöhnlich die mehr oder weniger abgekürzten Wörter bei.

Fährt nun der Dampfer nautisch 23 Knoten, d. h. 23 Seemeilen in der Stunde, so fährt er auch 23 M Ur-Längeneinheiten in S Ur-Zeiteinheiten, also ist seine Geschwindigkeit in dem Ur-Maßsystem:

$$v = 23 \frac{M}{S} = 23 \frac{[\text{Seemeile}]}{[\text{Stunde}]}$$

⁴⁾ Ztschrift. f. math. u. naturwiss. Unterricht, Bd. 29, S. 364. Vgl. auch daselbst S. 139.

Ist das Ur-Maßsystem mit dem früheren identisch (Seemeile, Stunde), so erhält man den numerischen Wert = 23.

Nun ist [Seemeile] = 1855 [meter], [Stunde] = 3600 [sek], daher auch

$$v = \frac{23 \cdot 1855}{3600} \frac{[\text{Meter}]}{[\text{Sekunde}]} = 11,8 \frac{[\text{Meter}]}{[\text{Sekunde}]}$$

Wählt man daher als Ur-Einheiten Meter und Sekunde, so ist der numerische Wert = 11,8. Dies ist die physikalisch ausgedrückte Geschwindigkeit.

Ferner ist [meter] = 100 [centimeter], [sekunde] = 60 [Tertien], daher auch

$$v = 11,8 \cdot \frac{100}{60} \frac{[\text{cm}]}{[\text{Tertie}]} = 19,7 \frac{[\text{cm}]}{[\text{Tertie}]}$$

also ist, wenn man als Ursystem cm, Tertien annimmt, der numerische Wert der Dampfergeschwindigkeit = 19,7.

Hiermit verwandt ist die Dimension für die Schwingungszahl eines Tones, d. h. die Zahl der Schwingungen in 1 Sek. Um sie zu finden, zählt man während einer beliebigen Zeit die Schwingungen und dividiert durch die Zahl der Zeiteinheiten. Geht man von der Sekunde zu neuen Ur-Zeiteinheiten über, so ergibt sich z. B. für die Schwingungszahl des Tones c die Zahl 128 [sek]⁻¹.⁵⁾

Die Beschleunigung eines fallenden Steines ist die Zunahme der Geschwindigkeit für die Zeiteinheit = 9,81 (meter, sekunde). Das ist nicht eine bestimmte Geschwindigkeit, sondern die Maßzahl der irgendwann beobachteten Geschwindigkeit, dividiert durch die Maßzahl der verflossenen Zeit. Kommt man in ein anderes Land, wo nach cm und Tertien gemessen wird, so wird dort die Beschleunigung durch die nach 1 Tertie erlangte Geschwindigkeit gemessen. Nun ist die Geschwindigkeit nach 1 Sekunde = 9,81 [meter] [sek]⁻¹, folglich die Geschwindigkeit nach 1 Ur-Zeiteinheit = 9,81 [meter] [sek]⁻², also $g = 9,81 \cdot 100 \cdot 60^{-2}$ [cm] [tertie]⁻². Nimmt man als Urmasse cm und Tertie, so wird der numerische Wert von g gleich 0,27.

Aus dem Begriffe der Beschleunigung läßt sich die Formel ableiten $s = \frac{1}{2} g t^2$. Diese ist unabhängig von der Wahl des Maßsystems; sie gestattet g zu bestimmen, wenn bei irgend einer Bewegung, die mit einer Beschleunigung g erfolgt, z. B. auf der schiefen Ebene, der Raum s und die Zeit t gemessen sind, etwa nach m und sek. Dann ist $g = 2s/t^2$. [m] [sek]⁻², in Übereinstimmung mit der vorhergehenden Betrachtung.

Es muß auch möglich sein, theoretisch eine Gleichung zu finden, welche für derartige Bewegungen die erreichte Geschwindigkeit angiebt, wenn die Beschleunigung und der Weg gegeben sind. Diese Gleichung sei $v = f(g, s)$. Ihre Coefficienten werden reine absolute Zahlen sein, nicht etwa andere in einer alten Mechanik, wo alle Zahlenbeispiele nach Fuß und Minuten angegeben waren, als in einer neuen, nach Meter und Sekunden. Es sei nun, für Meter und Sekunden, zu $g = 1$ und $s = 1$ gefunden $v = c$, also $c = f(1, 1)$.

Wählt man jetzt neue Einheiten, so daß ein Meter = μ neuen Längeneinheiten, eine Sekunde = σ neuen Zeiteinheiten sei, so wird für dieselbe Bewegung der numerische Wert der Geschwindigkeit = $c \frac{\mu}{\sigma}$, der Beschleunigung = $\frac{\mu}{\sigma^2}$, des Weges = μ , also muß nun sein $c \frac{\mu}{\sigma} = f\left(\frac{\mu}{\sigma^2}, \mu\right)$ oder $f\left(\frac{\mu}{\sigma^2}, \mu\right) = \frac{\mu}{\sigma} f(1, 1)$.

Da die Zahlen μ und σ völlig willkürlich sind, so kann man diese so wählen, daß μ/σ^2 und σ beliebig vorgeschriebene Werte g und s annehmen, dann wird

$$f(g, s) = \sqrt{gs} f(1, 1) = \text{Const.} (gs)^{1/2}$$

Die gesuchte Funktion ist also nur ein Produkt von Potenzen der Variablen, und es wird:

$$v = \text{Const.} (gs)^{1/2}$$

⁵⁾ S. Höfler, d. Ztschr. II 238.

die Form des gesuchten Gesetzes. Die Constante läßt sich aus einer Beobachtung bestimmen. Die Vergleichung zweier Beobachtungen liefert die Proportion

$$v : v' = \sqrt{gs} : \sqrt{g's'}.$$

Der Versuch lehrt, daß eine Transversal-Erschütterung auf einer gespannten Saite (Telephondraht) sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit ausbreitet, daß diese von der Spannung abhängig ist, d. h. von dem Produkt der Schwere-Intensität und der Masse des spannenden Gewichtes, daß verschiedene Saiten die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit ergeben, wenn sie auf gleicher Länge gleiche Masse haben, daß also die Masse pro Längeneinheit maßgebend ist. Ist daher die Masse m , die Länge l , die Spannung s gegeben, etwa im (meter, gramm, sek)-System, so muß dadurch die Geschwindigkeit v bestimmt sein. Gelingt es, sie theoretisch aus den Grundgleichungen der Mechanik abzuleiten, so besteht eine Gleichung

$$v = f(m, l, s),$$

in welcher nur feste Zahlen als Coëfficienten vorkommen, wie in den Fallformeln, den Pendelgesetzen, den Formeln der Stereometrie.

Ist $m = 1$, $l = 1$, $s = 1$, so sei $v = c$, also $c = f(1, 1, 1)$.

Ist nun 1 meter = μ Ur-Längeneinheiten, 1 gramm = γ Ur-Masseneinheiten, 1 sekunde = σ Ur-Zeiteinheiten, so wird dieselbe Beobachtung in neuen numerischen Werten sich ausdrücken, nämlich

$$c \frac{\mu}{\sigma} = f\left(\gamma, \mu, \frac{\gamma\mu}{\sigma^2}\right)$$

oder

$$f\left(\gamma, \mu, \frac{\gamma\mu}{\sigma^2}\right) = \frac{\mu}{\sigma} f(1, 1, 1).$$

Die ganz willkürlichen Zahlen γ , μ , σ kann man benutzen, um den drei Argumenten γ , μ , $\frac{\gamma\mu}{\sigma^2}$ ganz beliebige Werte m , l , s zu verschaffen, dann wird

$$f(m, l, s) = \sqrt{\frac{ls}{m}} f(1, 1, 1) = \text{Const.} \sqrt{\frac{ls}{m}}.$$

Folglich muß sein

$$v = \text{Const.} \sqrt{\frac{ls}{m}}.$$

Auch hier besteht die gesuchte Funktion nur aus einem Produkt von Potenzen, so daß man gleich von vornherein eine derartige Form der Funktion mit unbestimmten Exponenten ansetzen könnte.

Die PIETZKERSCHE Kritik der Dimensionen sucht a priori die Möglichkeit einer derartigen Ableitung zu widerlegen. Selbst wenn man zugebe, daß man als Ausdruck der Abhängigkeit nur die Potenz verwerte, wo doch noch ganz andere Abhängigkeitsformen denkbar seien, so zeige die Physik nur, daß bei Vergleichung zweier Fälle

$$\frac{v}{v'} = \left(\frac{m}{m'}\right)^x \left(\frac{l}{l'}\right)^y \left(\frac{s}{s'}\right)^z$$

sei.

Vergleichen wir aber nicht nur mit PIETZKER zwei, sondern je zwei Fälle unter einer unendlichen Anzahl mit einander, so wird

$$\frac{v}{m^x l^y s^z} = \frac{v'}{m'^x l'^y s'^z} = \frac{v''}{m''^x l''^y s''^z} = \dots = \text{Const.}$$

oder als Ersatz für diese vielen Gleichungen

$$v = \text{Const.} m^x l^y s^z.$$

Drückt diese Gleichung erschöpfend die Abhängigkeit der Größe v aus, so muß sie sich aus den Grundgleichungen der Mechanik theoretisch ableiten lassen, kann also, wie jene, nur absolute Constanten enthalten, die nicht etwa selbst von den gewählten Funda-

mental-Einheiten abhängen. Geht man nun zu dem neuen System von Grundeinheiten über, so wird

$$v \frac{\mu}{\sigma} = \text{Const.} (m\gamma)^x (l\mu)^y \left(s \frac{\gamma\mu}{\sigma^2} \right)^z,$$

also, indem man diese Gleichung durch die vorige dividiert:

$$\frac{\mu}{\sigma} = \gamma^x \mu^y (\gamma\mu\sigma^{-2})^z.$$

Da die Gleichung für jeden Wert von γ , μ , σ besteht, so ist notwendig, daß die Exponenten der einzelnen Grundzahlen links und rechts übereinstimmen:

$$0 = x + z, \quad 1 = y + z, \quad -1 = -2z,$$

also $x = -1/2$, $y = 1/2$, $z = 1/2$, demnach $v = \text{Const.} \left(\frac{ls}{m} \right)^{1/2}$ wie oben.

Die erhaltene Gleichung ist homogen, beide Seiten haben, wenn man von meter, gramm, sekunde ausgeht, die Dimension

$$[\text{meter}]^1 [\text{gramm}]^0 [\text{sekunde}]^{-1}.$$

Dividiert man sie durch einen aus Längen, Massen, Zeiten zusammengesetzten Ausdruck von gleicher Dimension, z. B. durch v , so heben nach ÖRTINGENS Ausdruck⁶⁾ die Dimensionen sich auf, man erhält eine Gleichung von der Dimension 0, oder eine Gleichung zwischen Verhältnissen gleichartiger Größen. Eine solche ist also nur eine besondere Form jeder homogenen Gleichung. —

Völlig unzulässig soll nach PIETZKER die Gleichung sein

$$e_1 e_2 r^{-2} = Z$$

wo e_1 , e_2 zwei Elektrizitätsmengen, r ihr Abstand, Z eine Zug- oder Druckkraft ist; berechnigt sei nur

$$\frac{e_1 e_2}{e'_1 e'_2} \left(\frac{r}{r'} \right)^{-2} = \frac{Z}{Z'}$$

wo nur Verhältnisse zusammengesetzt sind. Die erste Gleichung bedeute nicht mehr und nicht weniger als eine Vergleichung von zwei durchaus unvergleichbaren Dingen. Wieso? Es stehen doch nur Zahlen darin! Die erste Gleichung repräsentiert den Gaußschen Gedanken des absoluten Maßsystems, die zweite die Hülfslosigkeit des früheren Zustandes. Wenn zwei gleich stark geladene kleine Körper sich aus der Entfernung 1 mit der Kraft 1 abstoßen, so ist ihre Ladung als Einheit der Elektrizitätsmenge anzusehen. Dann ist

$$e_1 e_2 r^{-2} = Z$$

eine richtige Zahlengleichung. Geht man vom (cm gr sek)-System zu einem neuen über, dessen Einheiten resp. μ , γ , σ mal kleiner seien, so wird auch die Elektrizitäts-Einheit eine andere, sie sei [El] mal in der früheren enthalten. Dann ergeben, wenn e_1 , e_2 , r , Z die alten Zahlenwerte bewahren, die numerischen Werte für das neue System die Gleichung

$$e_1 [El] e_2 [El] r^{-2} [cm]^{-2} = Z [cm] [gramm] [sek]^{-2}.$$

Dividiert man diese Gleichung durch die frühere, so wird

$$[El]^2 = [cm]^3 [gramm] [sek]^{-2}$$

$$[El] = [cm]^{3/2} [gramm]^{1/2} [sek]^{-1}.$$

Dadurch, daß man für das neue System der Grundeinheiten die Elektrizitätsmenge nach demselben Gesetz definiert, wie für das alte, wird erreicht, daß nun auch die Gleichungen, in denen elektrische Größen vorkommen, nur absolute, vom Maßsystem unabhängige Zahlen als Coefficienten enthalten.

Sollen die Dimensionen im Schulunterricht erklärt werden? Warum nicht? Da sie dem Schüler als fremdartige Symbole auffallen, so wird mancher sich freuen, wenn seine Neugier durch eine einfache nüchterne Erklärung befriedigt wird und er statt der Symbole echte Zahlen findet, die er mit Verständnis zu Umrechnungen anwenden lernt.

⁶⁾ Bei Höfler, d. Ztschr. XII 22.

Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene mit Berücksichtigung der Reibung.

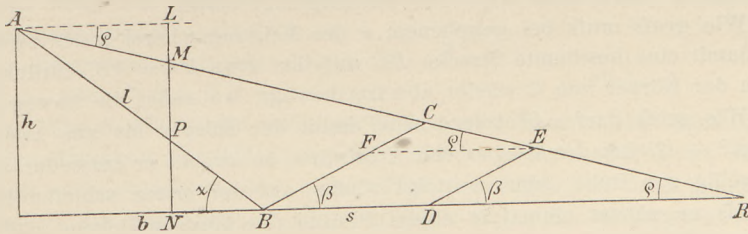
Von

Prof. Dr. R. Henke, Konrektor des Annenrealgymnasiums in Dresden.

Aufgaben über die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene unter Berücksichtigung der Reibung, mit Übergang auf eine anschließende Horizontalebene oder eine andere schiefe Ebene u. dgl. pflegen öfters als Anwendung des Energiegesetzes gegeben zu werden. Die Resultate dieser kinematischen Aufgaben lassen sich auch geometrisch veranschaulichen, wenn man statt des Reibungskoeffizienten φ den Reibungswinkel ϱ durch die Bestimmung

$$\text{tang } \varrho = \varphi$$

einführt. Im Sinne des Energiegesetzes bedeutet dann ϱ den Neigungswinkel derjenigen schiefen Ebene, auf der die am Anfange in A (s. Fig.) vorhandene potentielle Energie völlig durch die Arbeit zur Überwindung der Reibung verbraucht wird. Trägt man also an der Horizontalen durch A nach unten den Reibungswinkel ϱ an, so ist, wenn der Körper in der um h tiefer liegenden Horizontalebene angekommen ist, in R seine potentielle Energie aufgebraucht.



Diese schiefe Ebene AR tritt nun wegen der Reibung an Stelle der horizontalen Niveaufläche. Aus dem Energiegesetz ergibt sich dann der Satz: Bewegt sich ein Körper auf irgend einer Bahn, nur durch die Schwerkraft, von A nach einer tiefer liegenden Horizontalebene, entweder um auf ihr zu bleiben, oder um an beliebiger Stelle wieder aufzusteigen, so kommt er — vorausgesetzt, daß er nirgends einen plötzlichen Energieverlust erleidet — immer in dem Punkte vorläufig zur Ruhe, in dem seine Bahn die schiefe Ebene AR schneidet.

Die Richtigkeit dieses Satzes läßt sich für den Unterricht an einfachen Beispielen nachweisen.

1. Bewegt sich der Körper auf der schiefen Ebene vom Neigungswinkel $\alpha > \varrho$, der Länge l und der Basis b abwärts und geht bei B auf die Horizontalebene über, so ergibt sich die Strecke, die er auf dieser noch zurücklegt, nach dem Energiegesetz

$$x_1 = \frac{h}{\varphi} - b = h \cot \varrho - b,$$

oder auch

$$x_1 = l \frac{\sin \alpha - \varphi \cos \alpha}{\varphi} = l \frac{\sin(\alpha - \varrho)}{\cos \varrho}.$$

Beide Ausdrücke lehren, daß $BR = x_1$ ist. Bei jedem Neigungswinkel der schiefen Ebene von derselben Höhe kommt der Körper immer in demselben Punkte R zur Ruhe.

2. Geht der Körper in B auf eine zweite schiefe Ebene vom Neigungswinkel β über, so ist der Weg, den er auf dieser aufsteigend zurücklegt

$$x_2 = l \frac{\sin \alpha - \varphi \cos \alpha}{\sin \beta + \varphi \cos \beta} = l \frac{\sin(\alpha - \varrho)}{\sin(\beta + \varrho)}.$$

Der Sinussatz, angewendet auf das Dreieck ABC , ergibt, daß $BC = x_2$ ist. Der Körper kommt also auf der zweiten schiefen Ebene bis zu dem Punkte C , in dem seine Bahn die Ebene AR schneidet.

3. Legt der Körper von B an zunächst den Weg $BD = s$ auf der Horizontalebene zurück und steigt erst von D an auf einer zweiten schiefen Ebene vom Neigungswinkel β empor, so ist die Strecke, die er auf dieser noch zurücklegt

$$x_3 = \frac{l(\sin \alpha - \varphi \cos \alpha) - \varphi s}{\sin \beta + \varphi \cos \beta} = l \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin(\beta + \varphi)} - s \frac{\sin \varphi}{\sin(\beta + \varphi)}.$$

Zieht man EF parallel BD , so sieht man, daß

$$FC = s \frac{\sin \varphi}{\sin(\beta + \varphi)},$$

mithin $DE = x_3$ ist. Der Endpunkt E liegt also wieder in der Ebene AR .

Der Nachweis der Giltigkeit des Satzes für eine Folge von schiefen Ebenen oder für eine stetig gekrümmte Bahn, z. B. einen Kreisbogen, ist auch elementar leicht zu erbringen.

Mit Hilfe des Satzes sind mannigfache Aufgaben durch Konstruktion zu lösen, oder es lassen sich die durch Ableitung aus dem Energiegesetz erhaltenen Resultate geometrisch bestätigen. So z. B.:

Zu 1. Wenn R gegeben ist, den Reibungswinkel zu bestimmen. — Wie groß muß der Neigungswinkel einer schiefen Ebene sein, damit auf der anschließenden Horizontalebene noch ein gegebenes Stück, etwa $BR = AB$, zurückgelegt wird?

Zu 2. Wie groß muß bei gegebenem α der Neigungswinkel β der zweiten schiefen Ebene sein, damit eine bestimmte Strecke BC auf ihr, etwa $BC = AB$, zurückgelegt wird? — Wenn sich der Körper von C wieder abwärts bewegt, wo endet die Bewegung auf AB ?

Zu 3. Wie groß darf s höchstens sein, damit der Körper bis zur zweiten schiefen Ebene gelangt? — Gleitet der Körper von E abwärts, so kommt er entweder auf der Horizontalebene völlig zur Ruhe, oder er steigt wieder auf der ersten schiefen Ebene empor. Jedenfalls muß er zuletzt einmal in einem Punkte der Horizontalebene völlig zur Ruhe kommen. Dieser Punkt ist zu bestimmen.

Zieht man durch einen Punkt P der Bahn des Körpers eine Vertikale, die die beiden Horizontalebenen in L und N , die Ebene AR in M schneidet, so stellt für die Gewichtseinheit, LN die potentielle Energie des Körpers am Anfang der Bewegung, LM den Betrag derselben, der durch die Arbeit zur Überwindung der Reibung von A bis P verbraucht worden ist, MP die kinetische und PN die potentielle Energie des Körpers in P dar. Diese Energiebeträge sind an verschiedenen Punkten der Bahn, namentlich an den Grenzstellen, zu construieren und zu berechnen.

Kleine Mitteilungen.

Elementare geometrische Behandlung des Minimums der Ablenkung beim Prisma.

Von Dr. **Henri Veillon**, Privatdozent an der Universität Basel.

Wir setzen monochromatisches Licht voraus. Bezeichnen i_1 und i_2 die Winkel, welche der in das Prisma eintretende Strahl und der zugehörige austretende Strahl mit den beiden Normalen auf die Prismenebenen bilden, so gilt im Falle des Minimums der Ablenkung die einfache Relation $i_1 = i_2$.

Dieser Satz, welcher gewöhnlich mit Hilfe der Differential-Rechnung bewiesen wird¹⁾, läßt auch folgenden elementaren geometrischen Beweis zu.

¹⁾ Vgl. aber auch d. Ztschr. III 76, 246, 247; VI 301 u. a. Die oben dargebotene Ableitung hat am meisten Ähnlichkeit mit der von Fr. C. G. Müller (III 287) angegebenen. — *Anmerkung der Redaktion.*

In Fig. 1 sei AOB ein Normalschnitt durch das Prisma. Auf die Prismenflächen AO und BO errichten wir die beiden Normalen oder Einfallslotte Oa, Ob . Ferner bedeute n den Brechungsindex der Substanz des Prismas. Um O als Mittelpunkt beschreiben wir zwei Kreise, deren Radien im Verhältnis $1:n$ stehen, dann lassen sich zu einem beliebigen gegebenen einfallenden Strahl MO nach dem bekannten Vorgange von Huygens die Richtungen der Strahlen nach der ersten und nach der zweiten Brechung construieren. Wir ziehen die Verlängerung von MO bis zum Schnitt P mit dem ersten Kreis, ferner PQ parallel zu Oa , dann ist OQ der Verlauf des Strahles im Innern des Prismas. Ziehen wir weiter QR parallel zu Ob , so giebt OR die Richtung des aus dem Prisma austretenden Strahles. Es ist dann Winkel $POa = i_1$ und Winkel $ROb = i_2$, während Winkel POR die durch das Prisma hervorgebrachte Ablenkung darstellt. Die Frage nach dem Minimum dieser Ablenkung kommt nun darauf hinaus, zu untersuchen, wo der Punkt Q auf dem größeren Kreise liegen muß, damit der Bogen PR seinen kleinstmöglichen Wert erhält. Aus einem sogleich anzugebenden Beweis folgt aber, daß dieses stattfindet, wenn der Radius OQ mit der Winkelhalbierenden des Winkels PRQ zusammenfällt. In dieser ausgezeichneten Lage des Punktes Q ist dann $QP = QR$ und OQ

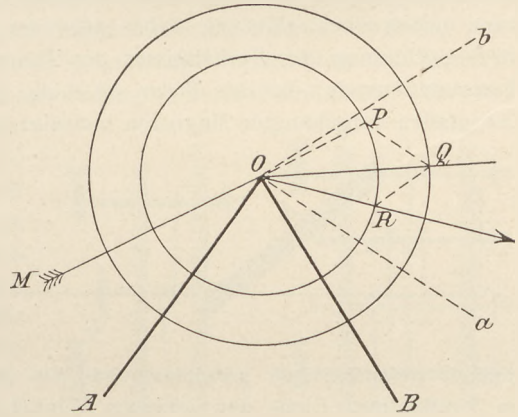


Fig. 1.

halbiert auch den Winkel POR sowie auch den Winkel aOb . Daraus geht schliesslich hervor, daß im Falle des Minimums der Ablenkung Winkel $POa = ROb$ oder $i_1 = i_2$ ist.

Es erübrigt noch, zu zeigen, daß in der That der Bogen PR dann seinen kleinsten Wert besitzt, wenn die Winkelhalbierende von PQR durch den Mittelpunkt des Kreises geht. In Fig. 2 sei Q ein Punkt außerhalb eines Kreises. In diesen Punkt verlegen wir die Spitze des gegebenen constanten Winkels PQR . Statt nun diesen Winkel derart sich bewegen zu lassen, daß seine Spitze Q auf einem mit dem gegebenen Kreise concentrischen Kreise herumgeführt werde und seine beiden Schenkel sich stets parallel bleiben, wie in Fig. 1, lassen wir ihn sich um Q als Mittelpunkt drehen. Für den zu führenden Beweis ist dieses gleichgiltig. Wir zeichnen zwei Lagen des Winkels, in der ersten gehe die Winkelhalbierende QS durch den Mittelpunkt des Kreises. Die zweite Lage sei beliebig, aber so, daß die Schenkel den Kreis schneiden. Die Winkelhalbierende sei in dieser zweiten Lage QS' . Endlich ziehen wir noch die Verbindungslinien $SR, S'R', S''T'$.

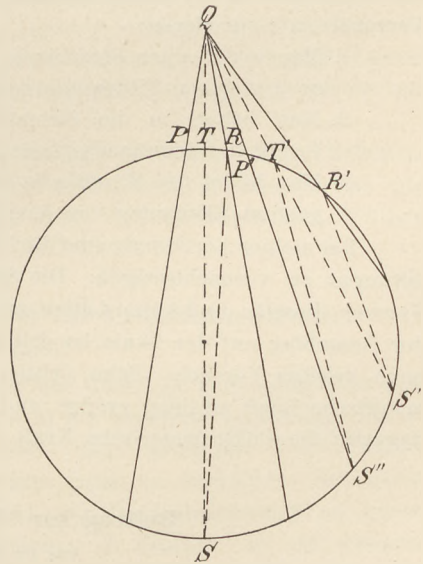


Fig. 2.

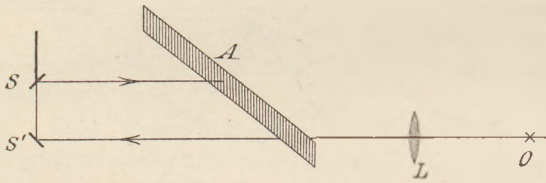
Betrachten wir das Dreieck $QR'S'$, dessen Winkel bei Q , als Hälfte des gegebenen Winkels, constant ist. Winkel S' ist gleich der Hälfte des Bogens $R'T'$ als Peripheriewinkel. Lassen wir nun die Strahlen QS' und QR' , unter Beibehaltung ihrer gegenseitigen Neigung, sich um Q drehen, bis sie mit QS und QR zusammenfallen, so geht dadurch das betrachtete Dreieck über in das andere QRS . Hierbei wächst die Seite QS' beständig, bis sie in QS ihr Maximum erreicht, und die Seite QR' nimmt beständig ab, bis sie in QR ihr Minimum erreicht. Dieses hat aber zur Folge, daß der Winkel bei S' stetsfort abnimmt, bis er seinen kleinsten Wert in S

erreicht. Somit ist Bogen $TR < T'R'$. Genau dieselbe Betrachtung macht man mit dem Dreieck $QS''T'$, welches man in das Dreieck QRS überführt, und beweist so, daß Bogen $TR < P'T'$ ist. Durch Summation folgt schliesslich, daß Bogen $P'R' < 2$ Mal TR oder Bogen $PR < P'R'$ ist, wodurch die Behauptung bewiesen ist.

Eine neue Methode der Spiegelablesung für die Tangentenbussole.

Von Dr. H. J. Oosting in den Helder.

Das Prinzip, wodurch eine Drehung einer Achse objektiv sichtbar gemacht werden kann mittels eines schief zur Achse stehenden Spiegelchens¹⁾, habe ich verwendet für eine direkte Ablesung des Verhältnisses der Tangenten bei verschiedenen Ausschlägen bei der Tangentenbussole. In der Figur ist S ein ebenes Spiegelchen, das unter dem an einem Coconfaden aufgehängten Magneten befestigt ist und einen Winkel von 45° mit der Vertikalen



bildet. Das Licht von O geht durch die Linse L und fällt auf ein festes Spiegelchen S' , welches unter S ebenfalls unter einem Winkel von 45° mit der Vertikalen aufgestellt ist, wird dann von S' nach S und von S nach der Skale A reflektiert, welche zu größerer Deut-

lichkeit perspektivisch gezeichnet ist. Bei einer Drehung des Magneten durchläuft das an S reflektierte Licht den gleichen Winkel wie der Magnet. Als leuchtendes Objekt O kann man keinen vertikalen Lichtspalt gebrauchen, weil bei der Drehung des Spiegels S das auf der Skale A erzeugte Bild eine schiefe Stellung annimmt. Darum verwende ich dazu eine kreisförmige Öffnung mit Kreuzfäden. Die Entfernung AS habe ich etwa 100 cm groß genommen. Jedenfalls ist es empfehlenswert, die Entfernung LS' beträchtlich größer als AS zu wählen, damit die Schärfe des Bildes auf der Skale bei der Drehung nicht merklich beeinträchtigt wird.

Ich habe diese Vorrichtung verwendet, um das Ohmsche Gesetz durch die drei folgenden Versuche zu controlieren:

1. Man bildet einen Stromkreis mit einem Daniell-Element, der Tangentenbussole und zwei gleichen Widerstandsspiralen, jede von 1 Ohm.
2. Man bringt in den Stromkreis 2 hintereinander geschaltete Daniell-Elemente und 4 statt 2 Widerstandsspiralen.
3. Man bildet den Stromkreis mit 4 Daniell-Elementen, zwei an zwei, also zu zwei großen Elementen von dem halben Widerstand geschaltet, und 2 Spiralen.

Bei meiner Anordnung sind die Widerstände der Tangentenbussole und der Verbindungsleitungen zu vernachlässigen. Die Stromstärke ist dann beim ersten und beim zweiten Versuch dieselbe und beim dritten zweimal so groß; bei der beschriebenen Anordnung ist der Ausschlag auf der Skale im dritten Fall auch zweimal so groß als beim ersten und beim zweiten Versuch. Beim dritten Experiment ist im Vergleich zum ersten die elektromotorische Kraft zweimal größer und der Widerstand derselbe, im Vergleich zum zweiten dagegen die elektromotorische Kraft dieselbe und der Widerstand halb so groß.

Beitrag zur Wirkungsweise des Cohärers.

Von Dr. G. Schlabach in Düsseldorf.

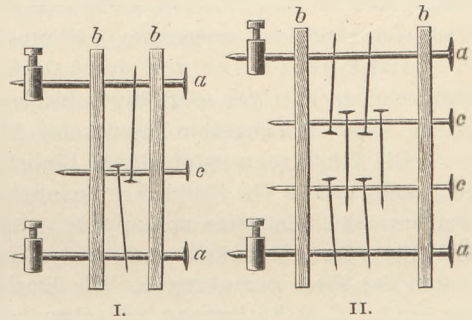
Die Wirkungsweise des Cohärers läßt sich, sofern nur das Prinzip des Apparates erläutert werden soll, in der folgenden Weise zur Anschauung bringen.

Befestigt man in zwei Fußklemmen je einen Metallstift, z. B. einen gewöhnlichen Nagel, und legt über diese horizontalen Stützen einen dritten Nagel, so stellt diese Verbin-

¹⁾ Diese Zeitschr. XI 222.

dung einen Cohärer in einfachster Form dar. Zu den Versuchen mit diesem Cohärer wurden benutzt zwei Leclanché-Elemente und ein Vertikalgalvanometer, andererseits zur Erzeugung der Funken ein kleiner Rühmkorff (3 cm Funkenlänge) nebst einem für Teslaversuche bestimmten Entlader. Die Entfernung zwischen Cohärer und Entlader variierte zwischen 1 und 3 m. Mit Sicherheit gelingt der Versuch, wenn das Galvanometer nach Auflegung des dritten Nagels eine geringe Stromwirkung anzeigt. Es bewirkt dann der Funke des Entladers eine wesentliche Stromverstärkung (z. B. von 1^0 auf 10^0), die bei leichtem Klopfen wieder verschwindet. Ist der Widerstand des Cohäfers zu gering, also der anfängliche Nadelausschlag zu groß, so kann durch leichtes Verschieben der Fußsklemmen oder Auflegung eines schwächeren Nagels die passende Einstellung der Galvanometernadel erreicht werden.

Die angegebene Zusammenstellung läßt sich in beliebiger Weise, ohne daß die Wirkung beeinträchtigt würde, complizieren durch Anwendung weiterer Querstützen. Dies wird am einfachsten dadurch erreicht, daß man über die in den Fußsklemmen befestigten Nägel (*a*) zwei dünne Holzleisten (*b*) und auf diese, parallel den Stützen (*a*), weitere Quernägel (*c*) auflegt. Auf letztere bringt man endlich nach Bedürfnis (d. h. bis die Galvanometernadel einen geringen Ausschlag aufweist) die zum Schließen der Brücke dienenden Verbindungsnägel. So würde etwa die Anordnung I oder II entstehen. Hierbei kann die Stärke der Nägel recht beträchtlich sein (Dicke 4 mm, Länge 10 cm).



Der Bau der Brücke kann durch Anwendung von Kohlenstäben (1–4 mm dick) an Stelle der Nägel modifiziert werden. Der Cohärer ist in allen Fällen, sei es, daß man die Querstützen oder die Verbindungsstücke durch Kohlenstäbe ersetzt, wirksam, wenn auch in verschiedenem Grade. Schon ein einziger Kohlenstift, auf die Querstützen *a* gelegt, zeigt die Cohärerwirkung, ebenso umgekehrt ein einziger Nagel auf zwei Kohlenstützen. Auch wenn man sämtliche Metallstücke durch Kohlenstäbe ersetzt, läßt sich die Wirkung, nur wesentlich schwächer, wahrnehmen. Besonders bemerkenswert erscheint es, daß bei der Anwendung von Kohlenstiften vielfach eine Abschwächung des vorhandenen Stromes durch den Funken des Gebers erfolgt, eine Erscheinung, die vorher nur ganz vereinzelt eintritt.

Dieser Umstand, wie auch im allgemeinen die Analogie zwischen diesem Brückencohärer und dem Mikrophon weist darauf hin, daß bei dem Cohärer überhaupt die mechanische Einwirkung des Entladerfunken resp. der elektrischen Wellen eine wesentliche Rolle spielt.

Herstellung magnetischer Kraftlinienbilder für Projektionszwecke.

Von Fritz Hoffmann in Berlin.

Alle bisher beschriebenen Methoden bringen die auf eine Unterlage gestreuten, trockenen Eisenteilchen durch Erschütterung dieser Unterlage erst in die bekannte Anordnung, um sie dann auf die mannigfachste Weise zu fixieren. (Ebert, *Magn. Kraftfelder* S. 6 f.; Müller-Pfaundler *A. IX, Bd. III S. 90 f.* u. a.) Im Gegensatz dazu schien es vorteilhaft, den Eisenteilchen gleich auf der Unterlage einen gewissen Grad von Bewegungsfreiheit zu geben, der ihnen ermöglichte, sich ohne besondere Erschütterung zu ordnen. Als gut geeignet dazu erwies sich eine Gelatinelösung, in die die Eisenteilchen gebracht wurden. Das angewandte Verfahren war folgendes: Auf eine etwas angewärmte Glasplatte im magnetischen Felde wird Gelatinelösung gegossen und sofort, also vor dem Erstarren, eine Emulsion feinsten Eisenpulvers in Wasser in feinem Sprühregen darübergesprengt. Die Platte wird bis zum Erstarren (ca. 10 Minuten) im Felde gelassen, sodann fortgenommen und vorsichtig und langsam getrocknet.

Die beschriebene Art des Aufbringens bewirkt es, daß die Eisenteilchen, in äußerst feiner Form im leichtflüssigen Wassertropfen gebettet, sich im Felde sehr schnell ordnen, sofort aber in die zähflüssigeren Gelatineschichten untersinken, wo sie in ihrer einmal angenommenen Lage verharren müssen. Selbst bei verhältnismäßig kleinen Kräften zeigte sich eine deutliche Struktur des übrigens außerordentlich feinen und gleichmäßigen Eisenpulvers, während andererseits selbst an den Stellen größter Intensität nur höchst selten ein Fortgleiten der gerichteten Teilchen bemerklich war.

Das Unansehnlichwerden der Platten durch Rosten des Eisens läßt sich am besten und einfachsten dadurch radikal vermeiden, daß man der Eisenemulsion etwas Ammoniak zusetzt und nach dem Trocknen die Platte mit ein wenig Öl einfettet.

Die Gelatinelösung wird am besten im Probirgläschen stets bereitgehalten. Die Concentration muß derart sein, daß ein Tropfen auf eine Unterlage gebracht, wenn die Lösung fast kochte, in etwa 4 Minuten erstarrt ist. Sie wird kurz vor dem Gebrauch zum Kochen erwärmt und nach etwa 1 Minute benutzt.

Das Eisenpulver wird durch Glühen des feinsten käuflichen Pulvers auf einer Kupferplatte und nachheriges sorgfältiges Zerklopfen mit einem Hammer gewonnen. Bei allen Versuchen ergab das geglühte Eisen keine Nachteile, dabei den Vorteil größerer Feinheit.

Die Emulsion wird durch Einbringen des durchgeseihten Eisenpulvers in Wasser hergestellt und in ein Fläschchen gebracht, durch dessen Pfropfen das Steigerrohr des Zerstäubers geht. Letzteres muß etwa $\frac{1}{2}$ —1 cm über dem Bodensatz des Eisenpulvers enden. Man fügt der Flüssigkeit noch einige Tropfen starker Ammoniaklösung hinzu, um dem Rosten des Eisens vorzubeugen. Die Emulsion wird unter dauerndem heftigen Umschütteln aus ca. 1—1 $\frac{1}{2}$ m Entfernung von oben herab auf die Platte gesprengt. — Man erkennt die völlige Erstarrung der Gelatineschicht nach etwa 10 Minuten mit Hilfe eines zugespitzten Holzstäbchens, das an verschiedenen Stellen einen kleinen Eindruck hinterlassen muß.

Sehr schön lassen sich nach diesem Verfahren auch die von Strömen hervorgerufenen Kraftlinien fixieren. Wenn sich im Felde zugleich ein permanenter Magnet befindet, so wird bei Stromschwankungen die aus beiden Feldern resultierende Kraftlinie verschieden verlaufen, ein Umstand, der ganz besonders bei den indifferenten Stellen empfindlich störend wirkt, da diese sich ja wegen der hier wirkenden kleinen Kräfte nur bei absolut gleichmäßigem Verlaufe scharf ausprägen. Kann man also eine gute Constanz des Stromes nicht erreichen, so wird man gut thun, statt des permanenten Magneten einen Elektromagneten zu verwenden, dessen Stärke sich zugleich mit der Stromstärke verändert.

Will man Strombilder quer zum Drahte herstellen, so versieht man die Platten zur Durchführung der Drähte mit Bohrungen. Da es vorteilhaft ist, viele Windungen zu verwenden, so nehme man die Löcher ziemlich groß. Die durchgeführten Drähte sind, wenn sie nicht überwacht sind, gut einzufetten, damit sie nicht das Wasser abhebern. Im allgemeinen wird die Gelatine nicht wie bei obigen Platten abgegossen werden können, man begnügt sich dann damit, den Überschuss durch eine schnelle Bewegung des Fingers (Pinsels) nach dem Rande hin abzukehren. Um keinen „Schatten“ der aufsteigenden Drähte zu erhalten, wechsle man den Standort, von dem aus man sprengt, beständig. Die Löcher werden schließlich vorteilhaft auf folgende Weise ausgefüllt: Auf die Rückseite wird ein gut durchweichtes Stück Gelatine geklebt und dann die Vertiefung (mit einer Kuppe) voll Gelatine gegossen. Nach einiger Zeit kann man das Gelatineblatt abziehen, sodaß das Innere erfüllt bleibt. Auf der entstehenden Gelatinemembran lassen sich nach vollständigem Trocknen bequem Signaturen anbringen.

Eine neue Methode, magnetische Kraftlinienbilder darzustellen.

Von Prof. L. Keck und Prof. Dr. K. Hartwig in Nürnberg.

Die bisher gebräuchlichen Methoden, magnetische Kraftlinien darzustellen, schienen uns noch weit davon entfernt zu sein, vollkommene Bilder zu liefern; nach langem Probieren ist es uns gelungen, eine Methode zu finden, welche nicht nur gestattet, das Eisenpulver

sehr gleichmäÙig über eine ebene Fläche zu verteilen, sondern auch das Erschüttern der Platte völlig unnötig zu machen.

Wir bringen feinstes Eisenpulver, die sogenannte *Limatura ferri alcoholisata*, in französischem Terpentinöl durch Schütteln zum Suspendieren und blasen die Mischung mit Hilfe eines Zerstäubers auf eine mit einer Libelle vollständig wagrecht gestellte Glasplatte, nachdem diese in das magnetische oder auch strommagnetische Feld gebracht worden ist.

Während des Zerstäubens wird die eisenhaltige Flüssigkeit fleißig geschüttelt und darauf gesehen, daß sich die Glasplatte nur allmählich und recht gleichmäÙig mit Tröpfchen bedeckt. Die am Beginne und am Ende des Zerstäubens ausgetriebenen Flüssigkeitströpfchen dürfen die Glasplatte nicht treffen; diese erzeugen nämlich Flecken.

Solange die Terpentintröpfchen sich noch nebeneinander auf der Platte befinden, kann man ein Sichordnen der in ihnen eingebetteten Eisenteilchen gar nicht bemerken. In dem Momente jedoch, in welchem die einzelnen Tröpfchen zusammenfließen und die ganze Flüssigkeitsschicht einen ebenen Spiegel bildet, findet die Ordnung von selbst, bloß durch die Feldwirkung ohne jede Erschütterung statt.

Die nach dieser Methode erzeugten Kraftlinienbilder zeichnen sich vor allen bis jetzt dargestellten sehr vorteilhaft durch ihre große Regelmäßigkeit und Zartheit aus, ferner durch ihre große Ausdehnung und wohl auch dadurch, daß sie lediglich durch die Feldwirkung entstanden sind.

Ein weiterer Vorzug der durch unsere Methode hergestellten Kraftlinienbilder dürfte auch der sein, daß sie nicht besonders fixiert zu werden brauchen, denn das Terpentinöl trocknet sehr rasch ein und hält so das Eisenpulver an der Glasplatte fest genug, sodaß es nicht abfällt.

Versieht man die fertigen Präparate mit Deckgläsern, so können dieselben sofort zum Projizieren mit dem Skioptikon verwendet werden. Man muß jedoch, soll das Deckglas die fixierten Kraftlinienbilder nicht zerstören, vor dem Auflegen desselben, am Rande der Platte einen schmalen Streifen Papier von solcher Stärke ankleben, daß beim Auflegen der Deckplatte eine Berührung mit den im Terpentin eingebetteten Eisenteilchen unmöglich ist.

Will man sich noch haltbarere Bilder zum Projizieren verschaffen, so wird man die Originale photographisch aufnehmen. Zu diesem Zwecke genügt es, die Deckplatte durch eine lichtempfindliche Platte, mit der Schichtseite nach innen gekehrt, zu ersetzen und beide Platten an den Rändern mit den Fingerspitzen gegeneinander gehalten, von der richtigen Seite her, durch eine Gasflamme belichten zu lassen. Jeder, der sich mit Photographieren beschäftigt hat, wird bald die richtige Belichtungsdauer herausfinden; es sei aber noch besonders erwähnt, daß man, um bessere Photographie zu erhalten, von der Lichtquelle wenigstens 2 bis 3 Meter entfernt exponiert.

Es mag dies seinen Grund darin haben, daß die Divergenz der Lichtstrahlen in dieser Entfernung schon eine geringe ist und infolgedessen der Schlagschatten der Eisenteilchen auf der empfindlichen Platte nicht von einem Halbschatten umgeben ist; jedenfalls ist derselbe dann nur von ganz minimaler Ausdehnung.

Von dem so erhaltenen Negativ sind leicht Copieen auf Papier oder auch die Positive herzustellen. Letztere sind für Projektionszwecke unerläßlich, da die Negative eine überaus intensive Lichtquelle benötigen, damit die Projektionen der Kraftlinien in der nötigen Lichtstärke erscheinen¹⁾.

Für die Praxis.

Darstellung von Phosphorwasserstoff. Zur Darstellung von Phosphorwasserstoff aus Phosphorcalcium empfiehlt es sich, 2 bis 3 bohngroße Stücke von Phosphorcalcium auf den Boden eines mittelgroßen Becherglases zu legen und einen Trichter darüber zu

¹⁾ Dem Herausgeber haben Probedilder, die nach beiden oben beschriebenen Methoden hergestellt sind, vorgelegen; sie sind in der That von überraschender Schärfe und Feinheit.

stülpen, sodafs die Trichteröffnung den Boden vollkommen oder nahezu vollkommen bedeckt. Man wählt einen Trichter mit kurzem Trichterrohr, sodafs die ganze Höhe des Trichters jedenfalls kleiner ist als diejenige des Becherglases, und verjüngt das Ende des Trichterrohres vor der Lampe, ohne es jedoch kapillar zu machen. Nun schüttet man allmählich so viel Wasser von 50^o—60^o C. hinzu, dafs auch das Ende des Trichterrohres davon etwa 2 cm hoch bedeckt wird. Das Wasser dringt von unten in den Trichter ein und es beginnt eine ziemlich stürmische Entwicklung von Phosphorwasserstoff, welcher durch das Trichterrohr entweicht, nachdem er sich dort zu gröfseren Blasen vereinigt hatte. Diese durchbrechen die Wasserschicht und entzünden sich an der Luft, wobei sie, wie bekannt, grofse Ringe von Phosphorpentoxyd geben.

W. Demel, Troppau.

Elektrische Staubfiguren. Von Dr. Geschöser in Öls. Eine Hartgummischeibe, z. B. die Unterlage des Elektrophors, wird durch Peitschen mit einem Fuchsschwanz recht kräftig elektrisiert. Hierauf schreibt man mit einem scharf zugespitzten Draht auf die Scheibe. Stäubt man dann Schwefelblumen auf die Scheibe, so treten die Schriftzüge deutlich hervor. Von den Buchstaben aus verlaufen nach allen Richtungen baumförmig verzweigte Linien. Diese eigentümliche Erscheinung erklärt sich auf folgende Weise: Streut man Schwefelpulver auf eine unelektrische Scheibe, so bleiben die Schwefelteilchen auf der Stelle liegen, auf der sie auffallen; streut man das Schwefelpulver oder Bärlappsaamen auf eine elektrisierte Scheibe, so werden die aufgestreuten Teilchen elektrisch und breiten sich infolge gegenseitiger Abstofsung auf der Scheibe aus. Nun sind die Stellen, über die man den Draht hingeführt hat, unelektrisch; auf ihnen bleibt daher das Schwefelpulver in dicker Schicht liegen, während es sich auf den elektrisierten Teilen der Scheibe ausbreitet. Dadurch heben sich die Schriftzüge scharf von der Umgebung ab. Von der Spitze des Drahtes aus verbreitet sich die positive Elektrizität nach allen Seiten und neutralisiert die negative Elektrizität der Hartgummiplatte; so entstehen die verästelten Linien an den Buchstaben.

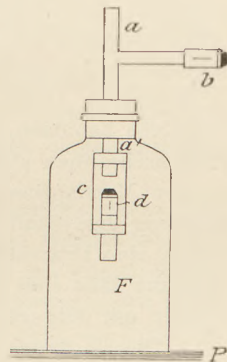
Die Hartgummischeibe wird, wie im vorigen Falle, kräftig elektrisiert; auf die Platte siebt man Schwefelblumen oder Bärlappsaamen. Setzt man hierauf eine Metallkugel, die an einen Draht angeschraubt ist, den man in der Hand hält, rasch auf die Platte auf, so beobachtet man, wie das Pulver rings um den Berührungspunkt der Platte und der Kugel auf verästelten Linien fortgeschleudert wird. Man kann zu dem Versuche den mit einer Kugel versehenen Draht benutzen, der in das Innere einer Leydener Flasche führt. Nähert man die Kugel der Ebonitscheibe, so wird sie durch Influenz positiv elektrisch, die abgestofsene negative Elektrizität wird durch den Draht und den Körper abgeleitet. Sobald die Kugel die Scheibe berührt, tritt ein Ausgleich der beiden Elektrizitäten ein, und das Pulver wird von den Linien, längs deren dieser Ausgleich erfolgt, fortgeschleudert.

Bei dem folgenden Versuche wird die Ebonitscheibe auf eine metallische Unterlage gelegt. Durch das Peitschen mit dem Fuchsschwanz nimmt sie negative Elektrizität an; diese wirkt durch die Platte hindurch verteilend auf die Unterlage: positive Elektrizität wird angezogen und negative entweicht. Die positive Elektrizität der Unterlage und die negative der Hartgummischeibe binden sich gegenseitig zum Teil. Hebt man die Hartgummiplatte von der Unterlage ab, so vermehrt sich die freie, negative Elektrizität auf ihr. Das kann man auf folgende Weise zeigen: Ehe man die Hartgummiplatte abhebt, siebt man Schwefelblumen darauf; wenn man dann die Platte von der metallischen Unterlage abhebt, beobachtet man, wie die Schwefelteilchen mit einem eigentümlichen, zischenden Geräusch auseinanderfahren.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Eine wohlfeile Luftpumpe. Von F. H. GETMAN, Stamford, Conn. Angeregt durch die Beschreibung eines Aspirators in den *Chemical News* veröffentlicht GETMAN die Konstruktion einer einfachen Luftpumpe, die für Schulen mit geringen Mitteln oder auch für Schülerübungen geeignet erscheint. Von einer genügend großen Glasflasche *F* wird der Boden entfernt und der untere Rand abgeschliffen, so daß er auf die Platte *P* luftdicht paßt. Die Flasche wird durch einen Gummipfropfen verschlossen, durch dessen Durchbohrung die T-Röhre *a a'* geht. Bei *a'* führt dieselbe mittelst eines durchbohrten Korkes in den Raum *c*, der unten in ähnlicher Weise durch einen Kork mit kurzer Glasröhre abgeschlossen wird. Diese Glasröhre ist bei *d*, ebenso wie der horizontale Arm der T-Röhre bei *b*, mit einem Bunsenschen Ventil versehen, das einfach dadurch hergestellt wird, daß man ein Stück Gummischlauch am einen Ende etwa mit Draht zukneift und dann an der Seite einen feinen Schlitz anbringt, so daß, wenn innen Überdruck herrscht, die Luft nach außen entweichen kann, wenn aber außen Überdruck entsteht, das Ventil zugedrückt wird. Um nun das Ganze als Luftpumpe zu gebrauchen, wird oben bei *a* eine gewöhnliche Radfahrerpumpe angebracht; beim Heben des Stempels entsteht in *c* teilweise ein Vakuum, das sogleich dadurch ausgeglichen wird, daß eine gewisse Luftmenge aus der Flasche durch *d* eindringt; beim Senken des Stempels wird dann diese Luftmenge bei *b* herausgedrängt. Wenn der Apparat auch nicht mit einer guten Luftpumpe verglichen werden darf, so genügt er doch für die Bedürfnisse niederer Schulen und zeichnet sich besonders durch Wohlfeilheit aus (*The Science Teacher, New York, 1899, Vol. 1 No. 6 S. 110, Editor A. T. Seymour*). (O.)



Ein Fünfzig-Pfennig-Spektroskop. NORMAN LOCKYER veröffentlicht in der *Nature* 59, 371 u. 391 (1899) einen meisterhaften Aufsatz über *A Simple Spectroscope and its Teachings*, in dem er die Grundbegriffe der Spektralanalyse mit Hilfe ganz einfacher Versuche anschaulich entwickelt. Die Herstellung des dabei benutzten einfachen Spektroskops, das wohl auch bei Schülerübungen mit Vorteil zu verwenden ist, sei hier kurz beschrieben: Man kaufe ein kleines Prisma für 50 Pf. bei einem Optiker. An das eine Ende eines 25 bis 50 cm langen, 2,5 cm breiten und 1,5 cm dicken Holzstabes leime man einen 5 cm hohen Kork; an das andere Ende befestige man durch Erwärmen des Fußes einen Wachskerzen-Stumpf von solcher Höhe, daß der dunkle Kegel über dem Dochte mit der oberen Endfläche des Korkes in gleicher Höhe liegt. Man leime dann das Prisma so auf den Kork, daß man das Spektrum der Kerzenflamme beim Durchsehen durch das Prisma erblickt. Ein reineres Spektrum erhält man, wenn man die Kerze durch eine Nadel ersetzt, die man mit Kerzenlicht so beleuchtet, daß keine direkten Strahlen auf das Prisma fallen. Die Nadel ist ein Ersatz für den Spalt des Spektroskops. Man kann auch einen Spalt aus zwei Stanniolstücken mit zwei vollkommen geraden Rändern herstellen, die man so auf ein Stück Glas klebt, daß die geraden Ränder parallel und ganz dicht aneinander liegen. Dieser Spalt wird dicht vor der Kerze zwischen ihr und dem Prisma befestigt. Zur Erzeugung einfarbigen Lichtes benutze man eine Spirituslampe, deren Flamme man durch Kochsalz färbt. Bei der Untersuchung der discontinuierlichen Spektren bediene man sich auch eines runden Spaltes, der auf folgende Weise hergestellt wird: Man nehme eine Glasscheibe und ein Stück Stanniol von 4 cm im Quadrat, schneide aus der Mitte des Blattzinner eine Scheibe aus, die wenig größer als eine Einpfennig-Münze ist, und klebe den Rest auf das Glas und den Pfennig in den Ausschnitt. Der Zwischenraum zwischen der Münze und dem Stanniol bildet einen Kreisspalt, den man an die Stelle der Nadel setzt. Dann beobachte man die Kochsalzflamme mit dem Prisma durch den Spalt. Zum Nachweis der Bandenspektren benutze man die Kerze mit

davorgesetztem geraden Spalte, den man so verkürzt, daß nur das blaue Licht am Grunde der Flamme auf das Prisma fällt; man bemerkt dann zwei oder drei Sätze von Kohlenstoffbanden.

H. H.-M.

Elektromagnetische Erregung von Saiten. In *Wied. Ann.* 66, 1177 (1898) beschreibt L. ARONS einen „elektromagnetischen Saitenunterbrecher“, der auf der Bewegung eines stromdurchflossenen Leiters senkrecht zur Richtung der Kraftlinien in einem magnetischen Felde beruht. Ein Kupferdraht ist zwischen zwei Klemmschrauben ausgespannt und trägt in der Mitte einen angelöteten, abwärts gerichteten kurzen feinen Platindraht, der wie bei Wiens Saitenunterbrecher (*Wied. Ann.* 44, 683) eine Quecksilberkuppe unter Wasser berührt. Die Zuleitung des zu unterbrechenden Stroms erfolgt durch eine der Klemmschrauben und durch das Quecksilber. Nähert man den Draht auf der stromdurchflossenen Seite in der Nähe des Platinstiftes dem Pol eines in der Horizontalebene des Drahtes senkrecht zu diesem liegenden Metallstabes (ob N- oder S-Pol, hängt von der Stromrichtung ab), so daß die elektromagnetischen Kräfte die Saite nach oben treiben, so erfolgt bei genügend sorgfältiger Einstellung der Quecksilberkuppe Stromunterbrechung und die Saite beginnt in ihrem Eigenton zu schwingen. Statt des Stabmagneten kann man auch einen vertikal stehenden Hufeisenmagneten benutzen, zwischen dessen Polen die Saite schwingt. Auch kann man die beiden Klemmschrauben elektrisch leitend verbinden (am einfachsten, indem man beide auf einem starken Messinglineal montiert), so daß der Strom beide Drahthälften in entgegengesetzter Richtung durchläuft, und den Hufeisenmagneten horizontal legen, so daß er mit jedem Pol auf je eine Drahthälfte wirkt (wie vorher der Stabmagnet auf die eine Drahthälfte). Die Wirkung läßt sich in diesem Falle noch steigern, wenn man dem Hufeisenmagneten einen zweiten mit entgegengesetzten Polen gegenüberstellt.

Die als Saiten benutzten Kupferdrähte hatten 0,1—0,5 mm Durchmesser und 5—20 cm Länge, die Stromstärke war nach Belieben 0,1 und 1 Amp. bei dauerndem Stromschluß. Die Hufeisenmagnete waren käufliche aus 7 mm dickem Stahl von 15 cm Schenkellänge. Als Vorteile der Vorrichtung bezeichnet der Verfasser folgende: Sie ist zur Demonstration des Selbstunterbrechungsprinzips besonders geeignet, da der Magnet erst nach Herstellung des Stroms genähert zu werden braucht; sie ist für physiologische Wirkungen mit intermittierendem Gleichstrom besonders brauchbar, da jede merkliche Selbstinduktion fehlt; man kann bei Verwendung kurzer dünner Drähte sehr leicht zu hohen Unterbrechungszahlen (8—900 in der Sekunde) gelangen; man kann die Saite leicht in das starke Feld eines großen Elektromagneten einführen und dann Amplituden von 4 mm und mehr erhalten. Man kann nach demselben Prinzip auch Federunterbrecher mit Platinkontakt betreiben, ferner auch die Schwingungen eines an einem Ende feinen Drahtes hervorrufen, wenn man den Platinstift nahe dem festen Ende anbringt. Als Stab dient hierbei hartgezogener Kupferdraht von 1 mm Durchmesser; zur Erregung braucht man die abgerundeten Polstücke eines Elektromagneten.

P.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Bestimmung sehr hoher Schwingungszahlen. Sehr hohe Töne wurden bisher mit den von Appun und von König hergestellten Stimmgabeln, oder mit den von Appun bis zur Tonhöhe C^9 angefertigten kleinen Pfeifen hervorgebracht. Die Bestimmung der Tonhöhe geschah in der Regel nach der nicht einwandfreien Methode der Differenztöne, die nach den neueren Untersuchungen von Stumpf und Meyer (*Wied. Ann.* 61; 1897) höchstens noch bis zu ca. 13 000 Schwingungen anwendbar ist. Dazu kommt, daß die erreichbaren Schwingungszahlen für die Mehrzahl der Beobachter weit über die Grenze der Hörbarkeit hinausgehen.

Von F. MELDE wird nun in *Wied. Ann.* (66, 767; 1898) die Verwendung von sehr kleinen und dicken Chladnischen Platten zur Hervorbringung hoher Töne empfohlen. Die Platten sind aus Gußstahl angefertigt, von quadratischer Gestalt, und haben bei einer Seitenlänge von 30—50 mm eine Dicke von etwa 3—10 mm. Auf die Mitte der Fläche ist ein Stiel aus gleichem

Material aufgesetzt, durch den die Befestigung auf einer möglichst unerschütterlichen Unterlage vermittelt wird. Das Anstreichen der Platte geschieht mit einem nassen Glasstab; dieser wird an einem kimmförmig ausgeschnittenen Korkstückchen entlang geführt, das in der Mitte einer Seite an die Platte angesetzt ist. Zum Nachweis der Schwingungen sowohl als zur Messung der Schwingungszahl benutzte MELDE einen vierkantigen Metallstab, der an dem einen Ende in horizontaler Lage festgeklemmt wurde, während das andere Ende mit einem unten abgeschragten Korkstückchen in Berührung stand, das an einer anderen Randseite der Platte angekittet war. Die freischwingende Länge des Stabes konnte so lange verändert werden, bis sich auf ihm sehr scharfe Knotenlinien senkrecht zu seiner Längsrichtung bildeten. Waren z. B. 10 solcher Knoten vorhanden, so vollführte der Stab seine 11. Oberschwingung, und man konnte, wenn die Schwingungszahl des Grundtones bestimmt war, auf Grund der Seebeckschen Formel sofort die des 11. Obertones und damit die der schwingenden Platte bestimmen. Dieselbe Methode kann auch zur Ermittlung der Schwingungszahl von Stimmgabeln und überhaupt von irgend welchen schwingenden festen Körpern dienen. Bei den von Melde angewandten Platten, deren Dimensionen vorher angegeben sind, ergaben sich Schwingungszahlen von 14 476 bis 26 731, die von den nach Chladnis Formel berechneten, wie leicht erklärlich nur annähernd genauen Werten nicht unbeträchtlich in teils positivem, teils negativem Sinne abwichen. In mancher Hinsicht noch empfehlenswerter und auch leichter herstellbar sind kreisrunde Platten. —

Ein anderes Verfahren ist von A. APPUN bei sehr hohen Pfeifen angewendet worden (*Wied. Ann.* 67, 217; 1899). Die Pfeifchen, die aus gedeckten cylindrischen Metallröhren von rundem Querschnitt bestehen, werden zu diesem Zweck statt der Decke mit einem dünnen Glimmerblättchen versehen, das beim Anblasen der Pfeife in lebhaftes Schwingungen gerät; der Ton der Pfeife wird dadurch etwas tiefer ($\frac{1}{4}$ bis ein ganzer Ton je nach der Dicke des Blättchens). Bestreut man das Glimmerblättchen mit Sand, so ordnet dieser sich kreisförmig an. Das Plättchen wurde nun mit Tusche so weit geschwärzt, daß nur noch ein runder centraler Teil von ca. 2 mm Durchmesser als spiegelnde Fläche übrig blieb. Durch einen Heliostaten wurde ein Sonnenstrahl unter 45° auf die Fläche geworfen und von dieser nach einem rotierenden Spiegel reflektiert. Der Spiegel hatte die Gestalt eines dreiseitigen Prismas und machte zehn Umdrehungen in der Sekunde. Die Bilder der intermittierenden Lichtstreifen wurden photographisch festgehalten, wobei der photographische Apparat in 4 cm Abstand vor dem Spiegel aufgestellt war. Die Bilder zeigten, daß die Schwingungszahlen je zweier aufeinander folgender Pfeifchen sich teils genau, teils annähernd wie 1:2 verhielten, daß die Pfeifchen selbst also im Oktavenverhältnis standen. Hieraus ergab sich, daß für die Pfeife C^5 die Tonhöhe von 4000 Schwingungen als richtig nachgewiesen ist, für die höchste Pfeife C^9 eine Schwingungszahl von 56 000. Bei festgelötetem Deckel ist die Schwingungszahl für $C^5 = 4096$, folglich für $C^9 = 65 336$. Die Methode läßt sich auch auf die APPUN'schen hohen Stimmgabeln anwenden und führt hier zu dem gleichen Ergebnis. P.

Röntgenstrahlen. Die Entladung elektrisierter Körper durch X-Strahlen wurde zuerst von PERRIN durch die Annahme erklärt, daß die Strahlen einige Moleküle in positive und negative Ionen zerlegen, die in entgegengesetzten Richtungen sich bewegen (*C. R.* 123 S. 351. *Kalischer, Elektrotechn. Zeitschr.* XIX 436). Da diese Zerlegung unabhängig ist von der Stärke des elektrischen Feldes, so muß auch die Elektrizitätsabgabe vom Felde unabhängig sein, was die Versuche bestätigten. Ebenso ist die Menge der pro Masseneinheit zerlegten Elektrizitätsmenge unabhängig vom Druck. Da nach anderen Beobachtungen die Entladung proportional ist der Quadratwurzel aus der Dichtigkeit, so muß man annehmen, daß die Entladung so vor sich gehe, als ob die auf der elektrischen Oberfläche verdichteten Gase durch die Energie der X-Strahlen mit einer der Quadratwurzel aus der Dichte proportionalen Geschwindigkeit ausgetrieben würden. Dann ist auch die freiwerdende Elektrizitätsmenge für die Masseneinheit eine Constante.

Eine Bestätigung der Perrinschen Annahme fand VILLARI (*Elektrotechn. Zeitschr.* XIX 437) in der Beobachtung, daß elektrisierte Luft, die von Röntgenstrahlen be-

lichtet ist, die Fähigkeit, eine gleichsinnige Ladung zu zerstreuen, verliert, aber eine entgegengesetzte auch jetzt noch zu entladen vermag. Sie verliert trotz der Bestrahlung die Fähigkeit zur Entladung sogar vollständig, wenn sie zugleich mit entgegengesetzt geladenen Körpern in Berührung steht. Wird die Luft nun durch die Strahlen dissoziiert, so werden eben die negativ geladenen Ionen durch einen positiv geladenen Körper neutralisiert, und die Luft kann nur durch ihre positiven Ionen eine negative Ladung zerstreuen, und umgekehrt. Durch entgegengesetzte Elektrizitäten werden beide Ionen neutralisiert, und die Luft verliert die entladende Wirkung.

Das letztere tritt auch ein, wenn ein elektrischer Strom durch die Luft geschickt wird (THOMSON und RUTHERFORD, *Phil. Mag.* 42, 392; 44, 422). Verminderung der Strahlung erzeugt stets eine Verringerung der Stromstärke. Letztere überschreitet nie ein gewisses Maximum, wie groß auch die elektromotorische Kraft ist. Wenn die Zerstörung der Entladungsfähigkeit gleich ist der durch die Röntgenstrahlen erzeugten Leitfähigkeit, so tritt ein Sättigungszustand des Stromes ein. Durch Messung der Entladungsgeschwindigkeit läßt sich aus dem Sättigungszustand die elektrolysierte Menge des Gases berechnen; die Verf. fanden, daß diese für Wasserstoff nur $\frac{1}{3} \cdot 10^{12}$ der Gesamtmasse beträgt. Ferner fand RUTHERFORD, daß die Geschwindigkeit des Wasserstoffions unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen 36 000mal größer ist als die aus der Theorie der Elektrolyse berechnete.

Die Größe der Elektrizitätsladung der durch Röntgenstrahlen erzeugten Ionen suchte J. J. THOMSON in einer sehr eigenartigen Weise zu bestimmen (*Phil. Mag.* 46, 528; 1898.) Läßt man durch ein den Röntgenstrahlen ausgesetztes Gas einen Strom mit bekannter elektromotorischer Kraft gehen, so ergibt die Stromstärke das Produkt $n \cdot e \cdot v$, wo n die Zahl der Ionen in der Volumeinheit, e die Ladung eines Ions, v die Geschwindigkeit der positiven und negativen Ionen bedeutet. Nimmt man für v die Zahlen Rutherfords, so kann man aus der Messung des Stromes und der Ionenzahl n die Größe e ableiten. Es kommt also hauptsächlich auf die Bestimmung von n an. Dazu benutzte THOMSON die von Wilson zuerst gemachte Entdeckung, daß staubfreie Luft, die plötzlich ausgedehnt wird, Wasser abscheidet, welches sich, sobald die Luft Röntgenstrahlen ausgesetzt ist, in Form einer Wolke niederschlägt. Die Ionen wirken dabei als Kerne für die Entstehung der Wassertröpfchen. Daß dieses wirklich der Fall ist, zeigte der Verf. dadurch, daß die Wolkenbildung ausbleibt, wenn man die Ionen durch ein starkes elektrisches Feld aus dem Gase entfernt. Aus der Größe der Ausdehnung läßt sich die Menge des in der Volumeinheit abgeschiedenen Wassers berechnen; kennt man auch die Größe der Tropfen, so kann man ihre Anzahl und damit die Zahl der Ionen bestimmen.

Die Tropfengröße in der Wolke maß THOMSON durch Beobachtung der Geschwindigkeit, mit der die Wolke zu Boden sinkt. In Bezug auf die Einzelheiten dieser Versuche und die Beseitigung von Fehlerquellen möge auf die Originalarbeit verwiesen werden. Der Verf. findet für Luft die Zahl der Ionen $n = 2,94 \times 10^4$ in einem ccm des ausgedehnten (4×10^4 des nicht ausgedehnten) Gases. Aus den anderen bekannten Größen des Produkts $n \cdot e \cdot v$ ergibt sich schließlich als Mittelwerth bei Abzug aller Fehler $e = 6,5 \times 10^{-10}$ elektromotorische Einheiten für Luft. Für Wasserstoff war $e = 6,7 \times 10^{-10}$ el. E., also nahezu die gleiche Zahl. Sie ist von derselben Größenordnung, wie die nach anderen Methoden für die Ladung eines Wasserstoffions gefundene Größe.

Das Verhältnis der Geschwindigkeiten der beiden in Gasen durch Röntgenstrahlung erzeugten Ionen bestimmte J. ZELENY (*Phil. Mag.* 46, 120; 1898). Zwei Platten von Drahtgaze stehen in einer Röhre einander gegenüber; die eine Platte ist mit dem einen Pol einer elektrischen Batterie, die andere mit dem einen Quadrantenpaar eines Elektrometers in Verbindung, dessen anderes Quadrantenpaar den anderen Pol der Batterie berührt. Der mit Luft oder Gas erfüllte Zwischenraum zwischen den Drahtgazeplatten ist einer Quelle von Röntgenstrahlen ausgesetzt; mittelst der Röhre kann durch die Platten hindurch ein Gasstrom geblasen werden. Ist die eine Platte geladen, so wandern unter dem Einflusse der Strahlung geladene Ionen zu der entgegengesetzten Platte und geben hier ihre Ladung

ab, was sich durch eine Änderung des Potentials im Elektrometer bemerklich macht. Geht ein Gasstrom so durch den Apparat, daß die Ionen sich gegen den Strom bewegen, so wird die Änderung des Potentials weniger rasch. Bei den quantitativen Messungen wurden Gasstrom und Strahlung etwa 20 Sekunden wirken gelassen und dann die Ablenkung der Elektrometernadel abgelesen. Die mit der Batterie verbundene Platte wurde mit verschiedenen Potentialen geladen und war auch sowohl mit dem positiven wie negativen Pol in Verbindung. Es zeigte sich, daß in Luft die Geschwindigkeit der positiven Ionen für denselben Potentialgradienten geringer ist als die der negativen Ionen; bei Kohlensäure war sie stets dieselbe. Im allgemeinen wachsen die Ablenkungen proportional den Potentialen; ist das Gas in Ruhe, so zeigen die Zahlen deutlich die durch den Gasstrom erhaltene Verzögerung der Ionen. Aus der Geschwindigkeit des Gasstroms berechnet der Verf. die Geschwindigkeit der positiven und negativen Luftionen zu etwa 2,1 und 2,6 cm/sec für einen Potentialgradienten von 1 Volt pro cm. Das Verhältnis der Geschwindigkeiten beider Ionen erhielt ZELÉNY aus dem Verhältnis der Potentialunterschiede der Platten, die bei Polwechsel denselben Elektrometerausgang geben. Er fand das Verhältnis der Geschwindigkeit der negativen zu der der positiven Ionen für Kohlensäure = 1, für Luft und ihre Bestandteile = 1,24, für Acetylen = 0,985 u. s. w. In einer anderen Versuchsanordnung ließ ZELÉNY einen Luftstrom durch ein Aluminiumrohr hindurch auf einen engeren, mit einem Elektrometer verbundenen Aluminiumcylinder auftreffen; in dem Wege des Luftstroms befand sich eine mit der Erde verbundene Aluminiumspirale. Wird der Luftstrom von Röntgenstrahlen getroffen, so wird er teilweise ionisiert; beim Passieren der engen Zwischenräume der Spirale stoßen wegen der größeren Diffusionsgeschwindigkeit mehr negative Ionen dagegen und geben ihre Ladung an die Seiten der Spirale ab. Die Luft besitzt nun eine größere Zahl positiver Ionen und ladet das Elektrometer positiv. Die Stärke der Ladung hängt von der Geschwindigkeit des Luftstromes ab. Bei einer 6 Minuten langen Dauer des Versuches betrug die positive Ladung 2,5 Volt; bei Wegnahme der Spirale sank sie auf einen ganz geringen Betrag. Wurde statt Luft Kohlensäure hindurchgeblasen, so blieb die positive Ladung immer ganz unbedeutend. Dieses Resultat war nach den vorher beschriebenen Versuchen zu erwarten und beweist, daß in der That die verschiedene Geschwindigkeit der Ionen jene Ladung veranlaßt. Eine andere Folge dieser Verschiedenheit ist die schon lange bekannte Tatsache, daß Luft unter dem Einflusse der Röntgenstrahlen rascher eine negative als eine positive Ladung verliert. Der Verf. stellte noch einige andere Versuche an, die ebenfalls zeigten, daß bei Luft die Geschwindigkeit der positiven Ionen geringer ist als die der negativen. Was die Ursache dieser Verschiedenheit anlangt, so meint der Verf., daß sie nicht in einer ungleichen Ladung, sondern nur in einer verschiedenen Gestalt der Ionen gefunden werden könne.

Eine besonders gewichtige Bestätigung der Perrinschen Iontentheorie geben die Untersuchungen WINKELMANN'S (*Wied. Ann.* 66, 1; 1898), dem es gelang, zwischen zwei verschiedenen, in Luft befindlichen Platten unter dem Einflusse der Röntgenstrahlen elektrische Ströme zu erzeugen. Ein die Vakuumröhre enthaltender Bleikasten hat vorn eine Öffnung, die durch eine Metallplatte verschlossen werden kann. Dieser Platte steht in einiger Entfernung eine zweite Platte gegenüber, die mit einem Condensator und Galvanometer verbunden ist. Die erste Platte ist zur Erde abgeleitet und so dünn, daß sie die Röntgenstrahlen hindurchläßt, die mithin auf die zweite Platte fallen; diese wird dann elektrisiert. Die Art und Stärke der Elektrisierung hängt von der Art beider Metalle ab. So wird eine Zinkscheibe negativ, wenn ihr eine abgeleitete Kupferplatte gegenübersteht, positiv, wenn eine Platte aus Zink oder Aluminium gegenübersteht. Läßt man den Condensator unter Wirkung der X-Strahlen länger als 1 Minute laden, so wächst die Ladung, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Mit einem Quadrantelektrometer ließen sich die Potentiale messen. Gingen die aus dem Bleikasten austretenden Röntgenstrahlen durch zwei parallele Metallplatten senkrecht zu ihrer Oberfläche (z. B. Aluminium — Kupfer), so gab ein mit den beiden Platten verbundenes Galvanometer einen Ausschlag, dessen Richtung bei Vertauschung der Platten entgegengesetzt war. Die beiden Metalle verhielten

sich also wie die Pole eines Elementes von etwa 0,5 Volt und einem sehr großen inneren Widerstand (bei 0,5 cm Abstand schon 10^8 Ohm); die den Röntgenstrahlen ausgesetzte Luft verhält sich wie eine elektrolytische Flüssigkeit. Ein zwischen die Platten gebrachtes Glimmerblatt verringerte den Ausschlag auf ein Fünftel; war die Kupferplatte mit Lack überzogen, so war der Ausschlag am Galvanometer nicht mehr nachweisbar. Da Glimmer und Lack für die X-Strahlen ganz durchlässig sind, so wird durch beide wohl die Communication der Luftionen zwischen beiden Metallschichten behindert. Eine Combination von drei Aluminium- und zwei Kupferscheiben gab einen bedeutend größeren Ausschlag als ein Plattenpaar. Der innere Widerstand des so gebildeten Elementes wurde im Mittel zu $7,4 \cdot 10^7$ Ohm bestimmt (bei 10 cm Entfernung vom Kasten). Rückt man die Combination von dem Kasten weg, so wurde die Ablenkung kleiner, die Potentialdifferenz von 0,5 Volt blieb unverändert; der Widerstand aber nahm zu. Eine Variation des Plattenabstandes d ergab, daß der Widerstand abnimmt, wenn d abnimmt; bei einem bestimmten d wird der Widerstand ein Minimum, um bei noch weiterer Abnahme von d wieder zu wachsen. WINKELMANN erklärt dieses dadurch, daß die Spaltung der Moleküle in Ionen nur bei jedem Induktionsstoß in der Röntgenröhre eintritt, und daß bei kleinem d die Zahl der zwischen zwei Induktionsstößen entstehenden Ionen kleiner wird, wodurch die Stromstärke sinkt und der Widerstand steigt. — Verf. berechnet aus der Leitfähigkeit der durchstrahlten Luft als untere Grenze für das Verhältnis der in der Volumeinheit vorhandenen ionisierten Moleküle zu ihrer Gesamtzahl den Wert $4,6 \cdot 10^{-12}$.

Die Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe für Röntgenstrahlen ist von verschiedenen Forschern näher untersucht worden. Es hat sich dabei herausgestellt, daß die Abhängigkeit jener Eigenschaft von der Dichte nicht allgemein zutrifft. So fand z. B. MARANGONI (*Kalischer, Elektrotechn. Zeitschr.* XIX 438), daß Natrium trotz größerer Dichte durchlässiger ist als Kalium. Das durchsichtigste Metall ist Lithium, das die Strahlen bis zu 15 mm Dicke ungeändert hindurchläßt und ein Analogon zum Steinsalz in dessen Verhalten gegen Lichtstrahlen bietet. Von mehreren Forschern (Meslans, Novac und Sule etc.) wurde gefunden, daß die Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff gut durchlässig sind, die Einführung der Halogene sowie des Schwefels und Phosphors die Durchlässigkeit stark herabsetzt. Wasserklares Bromoform und flüssiger Chlorkohlenstoff geben tiefe Schatten und können, da sie Lichtstrahlen hindurchlassen, als Filter für X-Strahlen dienen. Bei Elektrolyten scheint das Absorptionsvermögen eine additive Funktion des Absorptionsvermögens der Ionen und von deren Atomgewicht abhängig zu sein. HUMPHREY (*Phil. Mag.* 44, S. 401) untersuchte auf photographischem Wege einen Streifen Zinkblende (*Zn S*) und daneben zwei aufeinander gelegte Streifen gleicher Dicken der beiden Bestandteile und fand die Bilder von der gleichen Intensität. Er schließt daraus, daß die Absorption einer Verbindung hauptsächlich ein Atomphänomen ist, im Gegensatz zu der Absorption der Lichtstrahlen, die molekularer Natur zu sein scheint, da die Absorptionsfähigkeit eines zusammengesetzten Körpers nicht gleich der seiner Bestandteile ist.

Auch die Emission der Röntgenstrahlen durch von Kathodenstrahlen getroffene Körper ist nach den Untersuchungen von KAUFMANN und von ROITI (*El. Zeitschr.* XIX 477) um so größer, je höher das Atomgewicht der Körper ist. Das geringste Emissionsvermögen besitzen *Mg*, *Al*, das größte *Pt*, *Pb*, *U*. Es besteht also möglicherweise, wie Thompson meint, zwischen Emission und Absorption das Reciprocitätsgesetz.

Eine Erweiterung seiner Versuche über die sekundären „S-Strahlen“ giebt SAGNAC (*C. R. CXXVIII*, 300; 1899). Die von X-Strahlen getroffenen schweren Metalle senden sehr ungleichartige sekundäre Strahlen aus. Durch eine dünne Luftschicht von wenigen Millimetern Dicke verlieren sie ihre absorbierbarsten Teile und werden durchdringender. Ebenso sind die durch ein Aluminium- oder Glimmerblatt filtrierten S-Strahlen durchdringender als die ursprünglichen. Legt man eine photographische Platte mit der empfindlichen Schicht nach unten etwas geneigt auf einen Metallspiegel, und fallen von oben Röntgenstrahlen darauf, so wird die Wirkung durch die von dem Metall ausgehenden sekundären Strahlen

verstärkt. Die photographische Wirkung des Metalles ist ein beträchtlicher Bruchteil der direkten Einwirkung der X-Strahlen, solange die Luftschicht zwischen Platte und Metall unter 1 cm Dicke besitzt; sie wächst mit Verringerung dieser Dicke. Indessen ist an der Berührungsstelle des Metalles mit der empfindlichen Schicht, ebenso bis zur Entfernung von etwa 0,1 mm wieder keine Einwirkung vorhanden. Die Platte zeigt hier deutlich eine helle Zone, und die Wirkung ist sogar schwächer, als wenn die X-Strahlen allein vorhanden wären. In ähnlicher Weise wird die Wirkung der X-Strahlen geschwächt, wenn man an die Stelle des Metallspiegels eine Schicht Platincyänür bringt. Inwiefern beide Erscheinungen zusammenhängen, müssen weitere Versuche ergeben.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte HURMUZESCU (*C. R. CXXVIII, 422; 1899*), indem er mit einem Elektroskop die Entladungsfähigkeit der sekundären Strahlen untersuchte. Auch hierbei ergab sich, daß die transformierten Strahlen absorbierbarer sind als die ursprünglichen X-Strahlen. Die Intensität der durch verschiedene Körper transformierten Strahlen war dabei verschieden groß und hing auch von der Vakuumröhre ab. So war z. B. bei einem Versuch die Zeit der Entladung für „Zinkstrahlen“ 13 Sek., für „Eisenstrahlen“ 72 Sek., das Verhältnis beider also 5,53. Bei einer anderen Röhre war diese Zahl aber nur 2,1. Die von einem Körper transformierten Strahlen werden wieder besonders gern von demselben Körper absorbiert.

Eine neue Hypothese über das Wesen der Röntgenstrahlen giebt WALTER (*Wied. Ann. 66, 74; 1898*). Darnach wären diese nichts anderes als die von der Antikathode nach allen Seiten hin diffus reflektierten Kathodenstrahlenteilchen, die an jene ihre elektrische Ladung abgegeben haben. Da ein Teilchen, das keine elektrische Ladung hat, auch nicht von Magneten abgelenkt werden kann, so wäre das Fehlen dieser Ablenkbarkeit erklärt. Wenn die elektrische Anziehung der Teilchen beim Durchgang durch verschiedene Stoffe fortfällt, muß auch das Durchdringungsvermögen größer sein, wie es in der That den Röntgenstrahlen gegenüber den Kathodenstrahlen zukommt. Die Ähnlichkeiten beider Strahlenarten lassen sich bei obiger Annahme auch gut verstehen. Beide erzeugen Phosphoreszenz, wirken auf die photographische Platte und werden diffus reflektiert. Das Fehlen einer Beugung und Brechung wird durch die Kleinheit der Teilchen gegenüber den Körpermolekülen erklärt. WALTER vergleicht die Röntgenpartikeln mit Flintenkugeln, die in die zerstreut stehenden Stämme eines Waldes abgeschossen werden; was nicht rückwärts oder zur Seite reflektiert wird, setzt geradlinig seinen Weg fort. Die Absorption wird um so größer sein, je dichter die körperlichen Teilchen an einander gelagert sind. Daß das Durchdringungsvermögen der Kathoden- und Röntgenstrahlen mit der Schlagweite der Röhre zunimmt, ist auch verständlich, wenn man bedenkt, daß mit der Schlagweite die Geschwindigkeit der Strahlen zunimmt. Die von Sagnac gefundene Thatsache, daß die von Metallen reflektierten Röntgenstrahlen ein kleineres Durchdringungsvermögen besitzen als die direkten, würde nur bedeuten, daß die Geschwindigkeit der Teilchen nach der Reflexion kleiner ist als vor derselben. Da die Spannung in einem Induktionsapparate nicht constant bleibt, so werden stets Strahlen von verschiedenen Geschwindigkeiten entstehen. Die von einem Entladungsapparat ausgehende Strahlung muß hiernach aus einem Gemisch von Strahlen verschiedener Absorbierbarkeit bestehen. Die sich mit großer Geschwindigkeit bewegenden Teilchen zersplintern durch einfachen Anprall die Gasmoleküle in ihre entgegengesetzt geladenen Ionen, und diese veranlassen dann die Entladungen elektrisierter Körper. Da nach WALTERS Annahme bei den Kathodenstrahlen zugleich mit dem Anprall auch noch elektrische Entladung stattfindet, bei den Röntgenstrahlen dagegen nicht, so werden sich zwischen beiden noch manche Unterschiede zeigen müssen. Im Innern der Vakuumröhre verlieren noch nicht alle Kathodenstrahlen an der Antikathode ihre Ladung, sie werden nach der Glaswand — oft mehrmals — reflektiert und hier erst entladen. Daher gehen nicht nur von der Antikathode, sondern auch von Teilen der Glaswand Röntgenstrahlen aus. — Eine der Walterschen ähnliche Theorie der X-Strahlen haben A. Vosmaer und F. L. Ortt in der *Nature* (55, S. 316; 1897) veröffentlicht.

Schk.

Kathodenstrahlen. Über das Verhalten der Kathodenstrahlen parallel zu elektrischer Kraft berichtet P. LENARD (*Wied. Ann.* 65, 504; 1898). Aus der Vakuumröhre gelangen die Strahlen durch ein Metallfenster hindurch in einen zweiten, auch mit einer Luftpumpe zu verbindenden Beobachtungsraum. Hier durchsetzen sie zwei durchbohrte Condensatorplatten parallel zu deren Kraftlinien und passieren dann eine Vorrichtung für magnetische oder elektrische Ablenkung. Schliesslich treffen die Strahlen auf einen Schirm. Von den Condensatorplatten wird die eine zur Erde abgeleitet, die andere von einer Influenzmaschine positiv oder negativ geladen. Der Beobachtungsraum wird so weit evakuiert, daß der Raum um den Condensator auch bei starker Ladung desselben dunkel bleibt. Bei Beginn der Beobachtungen war der Condensator ungeladen, und die Kathodenstrahlen passierten ein starkes Magnetfeld, so daß der Phosphoreszenzpunkt in stark abgelenkter Lage auf dem Schirm erschien. Wurde jetzt der Condensator geladen, so wanderte der Fleck auf dem Schirme: er ging nach weniger abgelenkten Lagen, wenn der Condensator positiv, nach mehr abgelenkten, wenn er negativ geladen war. LENARD führte mit zwei Strahlenarten von zwei verschiedenen Potentialdifferenzen quantitative Messungen aus und berechnete aus ihnen die Geschwindigkeiten des in den Condensator eintretenden und des austretenden Strahles. Die von geringerer Potentialdifferenz herrührenden Strahlen waren langsamer als die anderen. Die langsamsten Strahlen wurden durch Verzögerung dieser ersten Strahlenart erhalten; sie besaßen etwa ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit. Die schnellsten Strahlen wurden erzeugt durch Beschleunigung der ursprünglich schon schnelleren Strahlenart und hatten etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Die Phosphoreszenzpunkte dieser schnellsten Strahlen sind außerordentlich hell, die der langsamsten nur mit Schwierigkeit zu sehen.

Ebenso wie die magnetische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch ein paralleles elektrisches Feld verändert wird, wird auch die elektrische Ablenkbarkeit beeinflusst. Die Strahlen wurden nach dem Durchgang durch den Condensator zwischen zwei geladene Metallplatten geführt und von ihnen abgelenkt. Auch hier wurde die Ablenkung sehr merklich vergrößert durch eine positive, verkleinert durch eine negative Ladung des Condensators.

Eine genauere Untersuchung des dunkeln Kathodenraums stellte A. WEHNELT an (*Wied. Ann.* 65, 510; 1898). Der von Goldstein als „zweite Kathodenschicht“ bezeichnete dunkle Raum setzt schon nach früheren Versuchen der positiven Entladung einen sehr großen Widerstand entgegen. WEHNELT zwang die positive Entladung durch den dunkeln Raum hindurch sich mit dem Glimmlicht zu vereinigen, indem er z. B. die bis zur Spitze mit Glas umhüllte Anode in den Raum einführte. Bei dieser Annäherung sank zunächst das Entladungspotential, stieg aber dann rasch, sobald die Anode den dunkeln Raum erreichte; war sie ganz von diesem umhüllt, so setzte er der positiven Entladung einen solchen Widerstand entgegen, daß die bisher stetige Entladung in eine disruptive, schnell gedämpfte überging. Diese veranlaßte das Entstehen elektrischer Schwingungen, die einen in die Nähe gebrachten Cohärer leitend machten. Ferner zeigten sich bei Eintritt der disruptiven Entladung an beiden Elektroden der Röhre Kathodenerscheinungen. An den Glaswänden in der Nähe der Kathode entstanden ebenfalls dunkle Räume, von ähnlichen Eigenschaften wie der eigentliche dunkle Kathodenraum. Wurde eine zweite bewegliche Kathode der ersten gegenübergestellt, so drückten sich bei Näherung beider ihre dunkeln Räume gegenseitig zusammen, und es bildete sich eine Summationsfläche aus, die aus deflektierten, nach außen drängenden Kathodenstrahlen bestand. Beim Eintritt der disruptiven Entladungen fluoreszierten die der Kathode benachbarten Glasteile sehr stark; eine geeignete Röhre zeigte dabei schon bei einem Drucke von 0,2 mm und dem Potential von 7000 Volt Röntgenstrahlen, die einen Fluoreszenzschirm leuchtend machten. Wurde der Druck auf 0,12 mm verringert, so waren X-Strahlen und Wellen beide sehr kräftig. Die Umstände also, die für das Entstehen disruptiver, schnell gedämpfter Entladungen besonders günstig sind, sind auch für die Erzeugung von Röntgenstrahlen günstig. In der Praxis ist diese Thatsache bei Konstruktion der Röntgenröhren bereits befolgt worden.

Nach den Untersuchungen WEHNELTS verhält sich der dunkle Kathodenraum wie ein vollkommenes Dielektrikum; die Entladung in demselben verhält sich genau wie die in Paraffinöl oder anderen Dielektriciis.

In einer anderen Arbeit (*Wied. Ann.* 67, 421; 1899) untersucht WEHNELT die „Kanalstrahlen“ (*s. diese Zeitschr.* XI 140) und findet sie identisch mit der leuchtenden Schicht auf der Vorderseite der Kathode. Beide bestehen aus den von der Anode zur Kathode und, falls diese durchbrochen ist, darüber hinaus wandernden positiven Ionen. Sie gehen normal zur Oberfläche der Kathode und erzeugen von einem innerhalb des dunkeln Kathodenraumes befindlichen Körper Schatten auf der Kathode. Eine in den Weg der Kanalstrahlen gestellte polierte Kupferplatte wird nach kurzer Zeit stark oxydiert. Es geht daraus hervor, daß auch die Oxydation der Kathode selbst durch das Auftreffen der positiven Ionen bewirkt wird. Das Schattenbild eines in den Gang der Strahlen gebrachten Körpers liefs sich durch diese Oxydationswirkung fixieren.

Die Struktur des Kathodenlichts unterzieht GOLDSTEIN einer weiteren Prüfung (*Wied. Ann.* 67, 84; 1899). Bereits früher hatte er in diesem Licht drei Strahlenarten gefunden, die den drei Schichten des Kathodenlichts entsprechen. Die erste und zweite Schicht besteht aus geradlinigen Strahlen, die die dritte Schicht durchdringen; das Licht der letzteren dagegen vermag sich auch über Biegungen des Rohres hinweg fortzupflanzen. Feste Körper, die in Strahlenbündel der zweiten Schicht eingesenkt sind, erzeugen mit dem Licht der dritten Schicht erfüllte Schattenräume; diese bleiben aus, wenn die Körper sich in dem Licht der dritten Schicht selbst befinden. Diese und weitere Beobachtungen führten GOLDSTEIN zu der Auffassung, daß die dritte Schicht des Kathodenlichts aus geradlinigen Strahlen besteht, die von den Strahlen der zweiten Schicht selbst ausgehen, und zwar von jedem Punkte derselben nach allen Seiten hin. Verf. hält diese Strahlen für identisch mit den von Lenard untersuchten diffus reflektierten Strahlen, nur daß diese durch Aufprallen der Kathodenstrahlen auf eine feste Wand, jene durch Aufprallen auf Gasteilchen erzeugt sind. Ebenso wie von den Gasteilchen gehen die Strahlen auch von der festen Wand nach allen Richtungen und wenn die Dicke der Wand nur gering ist, durchdringen sie diese und bilden dann die eigentlichen „Lenardschen Strahlen“.

Die Reflexion der Kathodenstrahlen an Metallflächen untersucht H. STARKE (*Wied. Ann.* 66, 49; 1898). Die Vakuumröhre hat zwei Ansatzrohre; in dem einen werden Kathodenstrahlen erzeugt, treffen auf die in dem kugelförmigen Hauptraum befindliche Metallplatte und werden von dieser in das zweite Ansatzrohr, in dem sich ein mit Galvanometer verbundener Faradayscher Cylinder befindet, hinein reflektiert. Das Galvanometer zeigt dann bei richtiger Stellung des Reflektors einen Ausschlag, der bei magnetischer Ablenkung der Kathodenstrahlen sofort verschwindet.

Eine fluoreszierende Substanz leuchtet unter dem Einfluß der reflektierten Strahlen hell auf. Wird das reflektierende Metall nicht zur Erde abgeleitet, sondern isoliert, so wird der Galvanometerausschlag sehr vergrößert. Die auf den Reflektor gebrachte Elektrizität fließt hier eben nicht zur Erde ab, sondern geht durch Leitung des reflektierten Strahlenbündels ebenfalls zum Galvanometer. Dieselbe Wirkung wie durch Isolation erhält man, wenn man den Reflektor durch eine Akkumulatorenbatterie auf 50–60 Volt ladet; das ist etwa derselbe Potentialwert, auf den die Kathodenstrahlen ihn laden.

Eine Untersuchung der einzelnen Metalle auf ihr Reflexionsvermögen zeigte eine große Verschiedenheit. Am stärksten reflektierte Platin, dann folgten Silber, Kupfer, Zink, Aluminium, Rufs. Die Reflexion ist immer diffus, polierte Flächen unterscheiden sich nicht von rauhen. Die von den reflektierenden Platten durch ein Galvanometer zur Erde geschickten Elektrizitätsmengen I zeigen bei einzelnen Metallen gerade die entgegengesetzten Verschiedenheiten, wie die im Faradayschen Cylinder gemessenen Reflexionsströme i . Aus den gemessenen Werten von I und i berechnet der Verf. die prozentische Reflexion der Kathodenstrahlen und findet, daß z. B. bei Platin 36% der auffallenden Strahlen reflektiert werden. Bei den anderen Reflektoren ist diese Zahl entsprechend geringer.

Eine Cirkulation rückständiger Gasmaterie in einer Crookeschen Röhre beobachtete A. C. SWINTON (*Phil. Mag.* 46, 387; 1898). In der sehr stark evakuierten Röhre befinden sich einander gegenüber zwei Aluminiumelektroden, die eine flach, die andere gewölbt. Außerdem ist in der Röhre ein sehr leicht drehbares Radiometerad mit Glimmerflügeln so befestigt, daß es durch einfaches Schütteln in die Mitte zwischen die beiden Elektroden gebracht werden kann. In dieser Stellung trifft der Kathodenstrahl senkrecht auf die Flügel und bringt sie in Rotation, die rascher ist, wenn die flache Elektrode zur Kathode gemacht wird. Das Rad läßt sich dann wieder in eine Lage zurückbringen, in der es außerhalb des Kathodenstroms liegt. Ist die Evakuierung groß genug, so dreht es sich jetzt in entgegengesetzter Richtung wie vorher und zeigt dadurch an, daß eine Strömung von Atomen von der Anode zur Kathode zurück außerhalb des Kathodenstroms stattfindet. Die Drehung ist nicht so stark wie die erste, nimmt aber zu, je größer die Evakuierung. Eine geringe elektrische Kraft genügt für diesen Versuch; eine kleine Wimshurstsche Maschine, ja sogar zwei entgegengesetzt geladene Leydener Flaschen bringen schon jene Wirkung hervor.

Weitere Versuche schienen zu zeigen, daß die Drehung wirklich von einer Strömung herrührt, die um den Kathodenstrom herum von der Anode zur Kathode geht und daß die Teilchen, aus denen sie besteht, positiv geladen sind. Zwei Versuchspole (Platinplättchen an Aluminiumdrähten, in Glasröhren eingeschlossen) wurden so in die Röhre eingelassen, daß der eine sich gerade in der Achse der Kathode, der andere seitlich außerhalb des Kathodenstroms befand. Mittels eines Quadrantelektrometers wurde dann festgestellt, daß der erste Versuchspol stets negativ, der zweite stets positiv geladen war. Das war um so deutlicher, je größer die Evakuierung.

Wieviel von der Energie der Kathodenstrahlen bei lumineszierenden Körpern in Lichtenergie umgewandelt wird, bestimmt E. WIEDEMANN (*Wied. Ann.* 66, 61; 1898). Er mißt die Lichtstärke eines mit grünweiß lumineszierender Sidotscher Blende beschriebenen, in der Vakuumröhre befindlichen Röhrchens und gleichzeitig dessen von den Kathodenstrahlen erhaltene Wärmemenge. Es ergibt sich, daß von der Energie der Kathodenstrahlen $\frac{1}{22}$ bis $\frac{1}{14}$, d. h. nur 5—7 Procent in Licht verwandelt wird. Nimmt man statt Sidotscher Blende Balmainische Leuchtfarbe, so ist der Nutzeffekt noch weit kleiner.

Daß unter besonderen Umständen auch von der Anode Strahlen ausgesandt werden, findet BROCA (*C. R. CXXVIII*, 356; 1899). In der kugelförmigen Vakuumröhre sind die zugespitzten Platinelektroden in einem Abstände von nur 0,5 mm von einander entfernt. Damit die Entladung sich auf die Spitzen konzentriert, sind die Elektroden fast in ihrer ganzen Länge von einer Krystallröhre umgeben. Es geht dann ein kleiner, sehr glänzender Funke von der einen Elektrode zur anderen, der dem Flammenbogen ähnelt, aber ohne Erwärmung. Nach einiger Zeit zeigt sich auf der Anode ein kleiner Krater, während die negative Spitze intakt bleibt. Es reißen sich also metallische Moleküle von der Anode los, und zwar um so mehr, je näher die Kathode steht. Bei den gewöhnlichen Röhren ist der Potentialgradient an der Kathode groß, an der Anode fast Null; hier ist er an beiden Elektroden gleich groß, und das elektropositive Metall reißt sich — den Gesetzen der Elektrolyse folgend — von der Anode los. Diese Teilchen bleiben aber nicht auf der Kathode, die sich nicht ändert, sondern werden nach allen Richtungen zerstreut und überziehen das Glas, symmetrisch um die Elektrodenachse, mit einem Metallbelag. Im Magnetfelde (Kraftlinien senkrecht zur Elektrodenachse) werden diese „Anodenstrahlen“ in entgegengesetzter Richtung abgelenkt als sonst die Kathodenstrahlen. Der Metallbelag bildet sich dann nur an einer Seite der Röhre, reißt sich sogar von den übrigen Seiten mit Funkenbildung wieder los. Die Wirkung des Feldes auf diese metallischen Strahlen ist, entsprechend ihrer größeren Masse, stärker als auf die Kathodenstrahlen, die aus gasförmigen Teilchen bestehen. In der vom Verf. benutzten Röhre konnten beide Strahlenarten zugleich beobachtet werden.

Schk.

3. Geschichte.

Der Erfinder der Camera obscura. Nach einer Untersuchung, die EUGÈNE MÜNTZ in der Académie des Inscriptions zu Paris vorgelegt hat, scheint Leonardo da Vinci das meiste Recht darauf zu haben, als der Erfinder der Camera obscura angesehen zu werden. Schon Aristoteles hatte bemerkt (Probl. XV 6), daß der Sonnenstrahl, wenn er auch durch eckige Löcher fällt, doch auf dem Boden kreisförmige Lichtflecke hervorbringt. Aber erst von Leon Battista Alberti (1404—1471) wird in einer anonymen Biographie behauptet, daß er in einem kleinen Kasten durch ein enges Loch eine Landschaft mit hohen Bergen und Fernsichten bis zum Meeresstrande habe schauen lassen. Hiernach haben ihm seit Tiraboschi viele neuere Schriftsteller die Erfindung der Camera zugeschrieben. Doch ist es wahrscheinlicher, daß der Kasten nur eine Art Diorama war, in welchem geschickt gemalte Bilder betrachtet wurden. Auch Vasari spricht davon, daß Alberti das Mittel erfunden habe, die Naturperspektive und die Verkleinerungen der Figuren mit Hilfe eines Instrumentes zu zeichnen und diese kleinen Bilder wieder zu vergrößern. Doch deutet dies, wie schon Janitschek, der Herausgeber von Albertis kunsttheoretischen Schriften, bemerkte, mehr auf die Erfindung eines Instrumentes zum perspektivischen Zeichnen. — Für den Anspruch eines Benediktinermönches Don Papnuzio spricht nur das Zeugnis eines Architekten Cesare Cesariano, der in einem von 1521 an gedruckten Werke über die Baukunst erwähnt, daß Papnuzio in einem dunklen Zimmer eine concave in der Mitte durchbohrte Scheibe am geschlossenen Fenster angebracht und dann auf einem Papier gefärbte Bilder erhalten habe. Diese mangelhafte Beschreibung aber kann in keiner Weise gegen die klare Schilderung Leonardo da Vincis in Betracht kommen, zumal nicht einmal sicher ist, ob der sonst unbekannte Papnuzio nicht von der Entdeckung des Leonardo da Vinci Kunde erhalten habe. Der letztere schreibt in dem Codex atlanticus: „Wenn die Façade eines Gebäudes oder ein Platz oder eine Landschaft von der Sonne beleuchtet wird, und man bringt auf der gegenüberliegenden Seite in der Wand einer nicht von der Sonne getroffenen Wohnung ein kleines Löchlein an, so werden alle erleuchteten Gegenstände ihr Bild durch diese Öffnung senden und werden umgekehrt erscheinen.“ An einer anderen Stelle [die bereits von Venturi 1797 veröffentlicht und auch bei Libri IV 305 abgedruckt ist] giebt er auf Grund dieses Experiments auch die Erklärung für die Entstehung des umgekehrten und verkleinerten Bildes im Innern des Auges an und fügt hinzu, daß bei dem Experiment das Löchelchen in eine sehr dünne Eisenplatte gemacht sein müsse. Es kann hiernach kaum ein Zweifel sein, daß Leonardo das Prinzip der Camera obscura entdeckt hat. Veröffentlicht hat er selbst die Entdeckung nicht, wohl aber mag sie durch mündliche Mitteilungen anderen Personen bekannt geworden sein. Cardano beschreibt in seinem Buch de subtilitate (1550) die Einfügung einer Glasscheibe, wahrscheinlich einer Linse (orbem e vitro) in das Loch des Fensterladens einer dunklen Kammer, und Porta (Magia naturalis, 1564) construierte den tragbaren Apparat, indem er überdies den schrägen Planspiegel hinzufügte, um das Bild auf eine Zeichenfläche zu werfen, so daß es in aufrechter Lage nachgezeichnet werden konnte. Von Malern soll namentlich Canaletto seine Bilder mit Hilfe der Camera gemalt haben.

Welche Bedeutung die Camera für die Photographie hat, ist bekannt; weniger aber, daß schon Georg Fabricius, Rektor in Meißen (1516—71), in seinem Liber metallicorum 1556 den Vorschlag gemacht hat, ein solches Bild auf eine mit Hornsilber (das in Freiberg als Mineral vorkam) überzogene Fläche fallen zu lassen, um dadurch ein Lichtbild mit helleren und dunkleren Schattierungen zu erhalten. Wirkliche Versuche mit Chlorsilberpapier hat zuerst der Altdorfer, später Hallenser Professor Schulze 1727 angestellt, indem er ausgeschnittene Buchstaben auf solchem Papier geschwärzt reproduzierte. Interessant ist auch, daß in einem phantastischen Roman von Tiphaine de la Roche, der 1760 in Cherbourg unter dem Titel ‚Giphantie‘ erschien, eine genaue Anticipation der Photographie enthalten ist, die als Geheimnis der Elementargeister bezeichnet wird. Näheres findet man in dem Bericht im *Prometheus No. 481*, dem die vorstehenden Mitteilungen entnommen sind.

P.

Justus von Liebig. Als „Gedenkblatt zum fünfundzwanzigjährigen Todestage“ Liebigs (18. April 1898) hat WALTER ROTH eine Schrift in der Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge von F. Ahrens (III. Band, 5. Heft, Stuttgart, Ferd. Enke, 1898) veröffentlicht. Aus dem Inhalte dieser Schrift, die über das Wirken des großen Forschers in knapper Form berichtet und auch neueres Material, insbesondere den von A. W. von Hofmann herausgegebenen Briefwechsel zwischen Liebig und Wöhler, berücksichtigt, sei hier das Wichtigste mitgeteilt. — Obgleich Liebig auch in der anorganischen Chemie Hervorragendes geleistet hat, z. B. für die mineralische Analyse, deren systematischer Gang in seinem Laboratorium festgestellt wurde, ferner für die Kenntnis der Antimon-, Aluminium- und Siliciumverbindungen u. s. w., so betrachtete er doch als seine Hauptaufgabe den Ausbau der organischen Chemie. Hierzu schuf er zunächst die Methode, indem er die vorher so umständliche Elementaranalyse durch Erfindung seines Kugelapparates für die Kohlensäurebestimmung vereinfachte; vor allem aber erkannte er, wie schon aus seinen ersten Untersuchungen über die knallsauren Salze hervorgeht, daß zur Erkenntnis einer Verbindung die Ermittlung ihrer Elementarbestandteile nicht genüge, sondern hierzu die Erforschung ihrer Constitution nötig sei. So wurde er der wahre Begründer der Radikaltheorie und damit überhaupt der wissenschaftlichen organischen Chemie. Klassisch in dieser Hinsicht sind seine — teilweise in Gemeinschaft mit Wöhler angestellten — Untersuchungen „über das Radikal der Benzoësäure“, „über das Amygdalin“, „über die Constitution des Alkohols und Äthers“, sowie seine Arbeiten über zahlreiche organische Säuren. Auch kann behauptet werden, daß erst durch diese Untersuchungen „alle unsere Begriffe, wie Säure, Salz, Salzbildung, Basicität, Atom und Äquivalent“ ihre „präzisere Fassung und Klärung“ erhielten. — In seinen späteren Jahren widmete sich Liebig, der sich von den Theorien der französischen Chemiker Dumas, Gerhardt und Laurent vielfach zurückgestoßen fühlte, mehr der angewandten Chemie. Durch chemische Analyse deckte er den Zusammenhang zwischen den Aschenbestandteilen der Pflanze und den Mineralstoffen des Bodens auf und wies als erster nach, daß die Pflanze gleich dem Tiere eine hinreichende Nahrung brauche. So erklärte er die Notwendigkeit des Düngens, wurde der Erfinder künstlicher Düngemittel, entwickelte im Gegensatz hierzu den Begriff des „Raubbaues“ und hob allem Widerstande von Landwirten und selbst von Chemikern zum Trotze die Landwirtschaft auf die Höhe wissenschaftlicher Erkenntnis. Nicht minder bahnbrechend wirkte er in der Physiologie, in die er gleichfalls die chemischen Methoden einführte. So erkannte er das große Gesetz vom Kreislauf des Stoffes in der organischen Natur, indem er den Aufbau der organischen Stoffe aus mineralischen im Pflanzenkörper unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, sowie deren Rückverwandlung in die einfachen anorganischen Verbindungen im Tiere nachwies. Gleichzeitig gab er die richtige Erklärung für die Entstehung der tierischen Wärme und stellte wiederum auf der chemischen Analyse fußend, die berühmte Einteilung der Nahrungsmittel in blutbildende oder plastische und wärmeerzeugende oder respiratorische auf. — Wahrhaft reformatorisch war ferner Liebigs Wirken für die Förderung des naturwissenschaftlichen Studiums. Er rief das chemisch-pharmaceutische Institut zu Gießen ins Leben, dem sehr bald Schüler aus allen Weltgegenden zuströmten; aus diesem sind nicht nur eine große Anzahl führender Geister für Wissenschaft wie chemische Technik hervorgegangen, sondern es wurde überdies eine Musteranstalt für alle deutschen Staaten.

Im Gegensatz zu vielen großen Forschern, die die Ergebnisse ihrer Arbeiten nur in Form von Abhandlungen veröffentlicht haben, war Liebig auch ein erstaunlich fruchtbarer und vielseitiger Schriftsteller. Ein Vorbild gemeinverständlicher und dabei streng wissenschaftlicher Darstellung sind seine weltberühmten „chemischen Briefe“. Außerdem verfaßte er eine Anzahl umfassender Werke aus den Gebieten der Chemie, Physiologie und Landwirtschaft. Mit Bezug auf seine Schreibweise sagt Jakob Grimm in der Vorrede zum deutschen Wörterbuche: „Die Chemie kauderwelscht in Latein und Deutsch, aber in Liebigs Munde wird sie sprachgewaltig.“ Liebigs litterarische Thätigkeit zeigte sich ferner in der Begründung der ersten deutschen Zeitschrift für wissenschaftliche Chemie, welche unter

dem Namen „Liebig's Annalen“ noch heut erscheint, sowie in der Redaktion eines vorbildlich gewordenen „Handwörterbuches der reinen und angewandten Chemie“. — In seinen „Reden und Abhandlungen, herausgegeben von M. Carriere“, sowie in den Briefen an seinen Freund und Mitarbeiter Fr. Wöhler hat Liebig seine Gedanken über Fragen, die seinem eigentlichen Arbeitsgebiete ferner liegen — aus dem Gebiete der Philosophie, der Biologie, der Politik u. s. w. — niedergelegt. Ausgangspunkt seiner Anschauungen ist stets die Molekulartheorie; jedoch ist er ein entschiedener Gegner des Materialismus. Er steht etwa auf dem Standpunkte der bekannten Rede von du Bois-Reymond „über die Grenzen des Naturerkennens“. Aber wenn es auch hier kein sicheres Wissen gebe, so habe ihn doch, sagt er, die Ordnung der Welt nach ewigen und unwandelbaren Gesetzen zum Glauben „an einen persönlichen Gott als den Urheber einer materiellen und geistigen Weltordnung“ sowie zum Glauben an die Unsterblichkeit der Seele geführt. Liebig war im wissenschaftlichen Streite oft schroff und leidenschaftlich. Aber diesen — nur durch seine glühende Wahrheitsliebe und Offenheit verursachten — Mängeln steht gegenüber „ein leuchtendes Charakterbild, verherrlicht durch glänzende Gemütheigenschaften, durch schöne Züge teilnehmender, opferbereiter Freundschaft und wohlthätige Nächstenliebe“. Kein anderer Gelehrter, urteilt A. W. von Hofmann, habe der Menschheit ein größeres Vermächtnis als er hinterlassen. Zu besonderem Danke aber — so sei uns gestattet hinzuzufügen — sind Justus von Liebig alle Lehrer der Naturwissenschaften verpflichtet, denn die wachsende Schätzung des Bildungswertes dieser beruht nicht zum kleinsten Theile auf der Thätigkeit des Mannes, der ein langes Leben hindurch in Schrift, Wort und That für die Hebung des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf den Schulen der verschiedensten Art eintrat, und der schon vor sechzig Jahren dagegen ankämpfte, daß man den Begriff „Bildung“ in einseitiger Weise „auf Kenntnis der klassischen Sprachen, Geschichte und Litteratur“ beschränke. *J. Sch.*

4. Unterricht und Methode.

Zur Frage der Dimensionen. Gegen die Ausführungen von PIETZKER (vgl. d. Ztschr. XII 41—43) macht H. KUHFÄHL in den *Unterrichtsblättern 1899 No. 2* folgende Einwendungen:

1. „Wenn man auch Zeit durch Geschwindigkeit nicht ohne weiteres dividieren kann, so bedeutet doch 5 cm : 3 sec mehr als 5 : 3; das Resultat ist eine benannte Zahl, nämlich Geschwindigkeit. Überall wo eine Größe proportional einer Geschwindigkeit ist, kann sie dafür proportional einem Wege und umgekehrt proportional einer Zeit gesetzt werden, und umgekehrt. In letzterem Fall kann die Geschwindigkeit eine wirklich vorkommende oder eine fingierte sein.“ Ebenso könne man z. B. in der Pendelformel l/T^2 durch die Hälfte der Beschleunigung ersetzen, mit der ein fallender Körper den Weg l in der Zeit T zurücklegen würde.

2. „Eine vollständige physikalische Gleichung enthält mehr als bloß die Vergleichung der gleichartigen Größen zweier verschiedener Fälle So sagt z. B. die Pendelformel

$$(1) \quad T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

mehr als die Gleichung

$$\left(\frac{T}{\tau}\right)^2 \cdot \left(\frac{g}{\gamma}\right) \cdot \left(\frac{l}{\lambda}\right)^{-1} = 1$$

denn löst man g auf in $2s/t^2$, so lautet die Pendelformel:

$$\left(\frac{T}{t}\right)^2 \cdot \frac{s}{l} = 2\pi^2 \text{ oder } \left(\frac{T}{t}\right)^2 = 2\pi^2 \cdot \frac{l}{s}$$

und das Gesetz heißt nun: das quadratische Verhältniss der Schwingung eines Pendels zur Fallzeit eines freifallenden Körpers ist das $2\pi^2$ fache des Verhältnisses der Pendellänge zu dem Wege des fallenden Körpers.“ — [Die letzte Gleichung entspricht zwar wieder der Forderung Pietzkers, daß nur Verhältnisse gleichartiger Größen vorkommen dürfen, aber sie kann doch nicht, wie Pietzker in einer Nachschrift thut, als Bestätigung seiner Ansicht angesehen werden, da sie die Gültigkeit der Formel (1) in absoluten Größen voraussetzt.]

3. Wenn es feststehe, daß jene Schwingungszeit T nur abhängig sei von g und l , so könne T^2 nur mit dem Quadrat einer Fallzeit verglichen werden, da weiter keine Zeit vorkomme. Daraus folge, daß der Fallraum in der 1. Potenz in der Formel (für T^2) vorkommen müsse, und da nun wieder die Pendellänge die einzige noch vorkommende Strecke sei, so könne diese nur in der -1 . Potenz auftreten. Das Produkt der Verhältnisse T^2/l^2 und g/l müsse eine absolute Zahl liefern, da andernfalls das Gesetz noch nicht vollständig wäre. Diese Zahl brauche aber nicht 1 zu sein, sondern sei im vorliegenden Fall $2\pi^2$. Wenn dies richtig sei, so sei auch die von Pietzker a. a. O. angefochtene Herleitung physikalischer Gesetze berechtigt. Die Schwierigkeit liege aber in dem notwendigen Nachweis, daß nur die herangezogenen Größen und nicht noch andere maßgebend seien, und daß nur drei Größen als unabhängig Variable vorkommen dürfen, weil nur drei Gleichungen (wegen cm, g, sec) zur Verfügung stehen. — Mit dieser Darlegung hat Herr KUHFAHL nach unserer Ansicht den schon von HÖFLER in Heft I S. 16 berührten Kern der Frage getroffen.

Auf eine vierte, die elektrischen Einheiten betreffende Bemerkung gehen wir nicht näher ein, da wir darin keinen Beitrag zur weiteren Klärung der eigentlichen Streitfrage zu erkennen vermögen.

P.

Die schriftlichen Arbeiten im chemischen Unterricht. Von E. LÖWENHARDT. Ein Vortrag über diesen Gegenstand ist auf der letzten Versammlung des Vereins zur Förderung des math. und naturw. Unterrichts in Leipzig gehalten worden (vgl. d. Zeitschr. XI 196 und 255) und in den *Unterrichtsblättern 1898 No. 6* veröffentlicht. Obwohl es im allgemeinen an Zeit für derartige Arbeiten fehlt, halten wir die Sache doch für wichtig genug, um auch an dieser Stelle davon Kenntnis zu geben. Herr Dr. LÖWENHARDT teilt selber mit, daß er an der Ober-Realschule in Halle a. S. in der O.I 6–8 Arbeiten im Jahre habe anfertigen lassen, wovon die meisten Klassenarbeiten waren. Immer wieder muß darauf hingewiesen werden, zu welcher reichen Verwendung im Hinblick auf allgemeine Bildung gerade der chemische Unterricht geeignet ist. Vielleicht dürfte solchen schriftlichen Arbeiten ein nicht minder hoher Wert beizumessen sein als den Laboratoriumsübungen.

Für die Notwendigkeit regelmäßiger chemischer Ausarbeitungen spricht, dem Verfasser zufolge, namentlich auch die besondere Art des Unterrichtsstoffes. Während die physikalischen Erscheinungen (im Elementarunterricht) meist offen zu Tage liegen, handelt es sich beim chemischen Unterricht um Vorgänge, die ihrem Wesen nach dem nicht vorgebildeten Beobachter mehr oder weniger verschlossen sind, daher steht der korrekten Wiedergabe der Vorgänge selbst bei besseren Schülern eine erhebliche Schwierigkeit entgegen, die am besten durch schriftliche Darstellungen gehoben wird. Auch bedarf es in der Chemie meist einer ganzen Reihe von Versuchen oder Reaktionen, ehe ein Resultat, wie etwa der Begriff der Oxydation, festgestellt werden kann. Hier empfiehlt es sich, die im Unterricht gewonnene Übersicht durch eine zusammenfassende Ausarbeitung zu befestigen. Für den Lehrer giebt es zudem kein vorzüglicheres Mittel, sich zu überzeugen, wie weit die Schüler in das Verständnis des Geschehenen (u. a. auch bei technischen Exkursionen und bei Laboratoriumsarbeiten) eingedrungen sind.

Für den Anfang kann man die Themata nicht einfach genug wählen; besonders geeignet sind Beschreibungen einzelner Versuche (Zersetzung von Quecksilberoxyd, Lavoisiers Grundversuch über Verbrennung des Phosphors), oder auch einzelner Elemente. Als Prüfungsarbeiten am Schlusse eines Abschnitts dienen Vergleiche (die Eigenschaften der gasförmigen Elemente, die Halogene, Oxyde und Sulfide). Später können umfangreichere Zusammenfassungen gefordert werden, wie die Wasserstoffverbindungen der Nichtmetalle, das Verhalten der Metalle gegen Schwefelwasserstoff.

Auf der Oberstufe treten derartige zusammenfassende Darstellungen noch mehr in den Vordergrund. Beispiele: Die Zersetzungsweisen der Salpetersäure und ihrer Salze; die Oxyde des Stickstoffs; die wichtigsten Oxydationsmittel; auf welche Weise dient Chlor zur Übertragung von Sauerstoff? Vergleich von Wasserstoffsperoxyd und Ozon. — Auch über quantitative Versuche lassen sich Arbeiten anfertigen, namentlich hält der Verfasser die von

ihm bevorzugte Arendtsche Lehrmethode für eine in dieser Hinsicht besonders fruchtbare. Die Themata sind in möglichst präziser Form zu stellen, am besten in Frageform. Beispiele: Wie ermittelt man das Verbindungsgewicht des Kupfers aus dem Kupferoxyd? Wie ermittelt man die Zusammensetzung der schwefligen Säure? Warum drückt man die Zusammensetzung der Kohlensäure durch die Formel CO_2 , die des Kohlenoxyds durch die Formel CO aus? — Beziehungen zum physikalischen Unterricht ergeben sich in der Elektrochemie und Photochemie. Beispiele: Welche chemischen Vorgänge finden im Bunsenschen Chromsäureelement statt? Wovon hängt die Leuchtkraft der Flamme ab? Wie kann man auf chemischem Wege Wärme erzeugen? — Den theoretischen Teil des Unterrichts, Atom- und Molekulargewicht u. dgl., will der Verfasser mit Recht nicht für schriftliche Übungen vorschlagen, da hier von einer etwas freieren Bearbeitung seitens der Schüler wohl kaum die Rede sein kann.

Für sehr ergiebig dagegen werden die praktischen Schülerübungen im Laboratorium erklärt. Freilich reiche die Zeit nicht zu einer durchgängigen Bearbeitung der Übungen aus, man müsse sich mit kurzen Notizen begnügen. Doch gehe es wohl an, im Rahmen der laufenden Arbeiten auch einmal ein Thema der bezeichneten Art zu stellen. In dieser Beschränkung sei das Verfahren als eine fruchtbringende Ergänzung der Laboratoriumsarbeit warm zu empfehlen. Als Unterlage für derartige Übungen sei besonders der Leitfaden für Laboratoriumsarbeiten von Dannemann (vgl. d. Ztschr. VIII 177 u. 332) geeignet, u. a. die Abschnitte über Kalkspat und Kohlensäure, die Schwefelleberprobe, die Reaktionen der Eisenoxydul- und -oxydverbindungen, Wirkungsweise der Salpetersäure, Cyanverbindungen. —

Zu den erwähnten Aufgaben sind ferner solche zu fügen, die sich auf den Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Praxis beziehen: Fabrikation der englischen Schwefelsäure, der Soda, des Glases und Porzellans, Verhüttung der Erze, Leuchtgasbereitung. Auf die umfassende Bedeutung der Produkte chemischer Arbeit und die Beziehungen verschiedener Industrien zu einander weisen Aufgaben wie die folgenden: Die Nebenprodukte der Sodafabrikation, die Verwendung der Soda, der Pottasche, die Bedeutung des Chlors, die Bedeutung des Kochsalzes für die chemischen Industrien. An die chemischen Vorgänge in der Natur und im Organismus schliesen sich ebenfalls manche Aufgaben an: Aus welchen Elementen baut die Pflanze ihren Körper auf? Wie unterscheidet sich die Ernährung der Pflanze von derjenigen des Tieres? Die Bedeutung des Sauerstoffes in der Natur, die Bedeutung der Kieselsäure und ihrer Salze, Oxydations- und Reduktionsprozesse in der Natur.

Für Abiturientenarbeiten besonders geeignet erscheinen Themata, die zahlreiche, verschiedene Gesichtspunkte einschließen, bei denen also der Tüchtigere sein Wissen gehörig zur Geltung bringen kann. An die Stelle des Themas „Eigenschaften, Darstellung und Verwendung des Kalisalpers“ will deshalb der Verfasser das folgende gesetzt sehen: Welche Salze benutzt man als Oxydationsmittel? und so in anderen Fällen. —

Zu dem vorstehenden Auszuge will ich meinerseits nur die Bemerkung fügen, daß es besonders wertvoll erscheint, wenn in den gestellten Aufgaben nicht nur eine Reproduktion des Gesehenen und Gelernten, sondern auch eine gewisse Denkarbeit verlangt wird. Dies wird, wie bereits früher (VI 177) einmal angedeutet, besonders dann der Fall sein, wenn das Thema sich nicht auf bloße Darstellung eines Vorganges, sondern auch auf Angabe der daraus zu ziehenden Folgerungen erstreckt. Auch einige der oben mitgeteilten Themata sind von dieser Art; gerade solche Aufgaben werden für die geistige Schulung besonders geeignet sein. P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Abstimmung bei der Funkentelegraphie ohne Fritter. In der *E. T. Z.* XIX, 562 (1898) berichtet MARTIN TIETZ über Versuche, die er angestellt hat, um eine Abstimmung zwischen Geber und Empfänger zu erzielen. Er untersuchte den Einfluss, den die Anlegung von Drähten an den Geber und den Empfänger auf die Stärke der Strahlung hat. Er benutzte als Empfänger ein Thermoelement nach Klemenčič oder ein Dynamobolometer nach Rubens. Als Strahlenquelle diente der Marconi-Righische Sender, den ein Induktorium von 20 cm

Schlagweite mit Deprez-Unterbrecher speiste. An jede der beiden äußeren Kugeln war ein Draht von 80 cm angelegt und auch das Thermolement wurde mit zwei Drähten von der gleichen Länge ausgestattet. Durch Galvanometeraussschlag maß TIETZ die Stärke der Strahlung für verschiedene Entfernungen r zwischen Geber und Empfänger. Geht die Strahlung von einem Punkte aus, so nimmt ihre Stärke J nach dem Gesetze $J = c/r^2$ ab, geht sie aber von einer unendlichen Geraden aus, so ändert sich ihre Stärke nach dem Gesetze $J = c/r$. Bei Versuchen mit einem Drahte endlicher Länge müßte die gemessene Stärke einen Wert annehmen, der zwischen diesen beiden theoretischen Werten liegt, das war auch bei den TIETZschen Messungen der Fall. Bei einer Reihe von Versuchen legte TIETZ an den Geber zwei gleichlange Drähte an und an das Thermolement ebenfalls zwei gleichlange Drähte, deren Längen L aber bei den verschiedenen Versuchen geändert wurden. Für die verschiedenen L maß er die Stärke der Strahlung durch Galvanometeraussschlag. Er führte auch eine entsprechende Versuchsreihe durch, bei der er die Drahtlängen an dem Geber, nicht aber an dem Empfänger, änderte. Er fand, daß man bei einer gegebenen Drahtlänge am Geber die stärkste Wirkung bei gleichlangen Drähten am Empfänger erhält, daß die Wirkung dagegen bei kürzeren und vor allem auch bei längeren Drähten fast verschwindet. TIETZ ließ den Geber nur mit dem Ölfunken ohne die beiden Luftfunken arbeiten und bog den Draht zum Teil nach oben; in beiden Fällen fand er, daß die Resonanz bestehen blieb. Legte TIETZ nach dem Vorgange von MARCONI nur an einem Pole des Gebers und Empfängers einen Draht an und verband er die anderen Pole mit der Erde, so erhielt er nur eine schwache Strahlung und keine Resonanz, der Galvanometeraussschlag blieb für verschiedene Drahtlängen der gleiche. Bei dem Thermolement und dem Bolometer erzeugen die elektrischen Schwingungen Wärme, die bei ersterem eine elektromotorische Kraft und bei letzterem eine Widerstandsänderung hervorruft. Ganz anders verhält sich der Fritter und das Funkenmikrometer. Bei den ersteren Vorrichtungen pflanzen sich die elektrischen Schwingungen, ohne eine Unterbrechung zu erleiden, fort, bei letzteren überspringen sie als Funken einen nichtleitenden Raum. Bei dem Thermolemente und dem Bolometer ist das Wesentliche die durch die elektrischen Wellen in der Zeiteinheit fortgeführte Energiemenge, bei dem Fritter und dem Funkenmikrometer aber der an deren Enden erzeugte Spannungsunterschied, gleichsam die Größe der einmaligen elektrischen Erschütterung, gleichgiltig, wie oft sie in der Zeiteinheit erfolgt. Man hat demnach zur Erzielung der größten Stärke bei beiden Gruppen von Wellenanzeigern verschiedene Mittel beim Geber anzuwenden. Zur Untersuchung der Resonanz schaltete TIETZ den Fritter mit einem hochempfindlichen Spiegelgalvanometer und einer durch Stromabzweigung hergestellten elektromotorischen Kraft von etwa 10^{-5} V in einen Stromkreis. An die Enden des Fritters legte er, wie beim Thermolement, Drähte von veränderlicher Länge und an den Geber Drähte von 1 m Länge an und las nach der Bestrahlung den Galvanometeraussschlag ab. Es konnte kein größter Wert der Strahlung für eine bestimmte Drahtlänge nachgewiesen werden, es war vielmehr der Ausschlag für alle angewandten Drahtlängen bis auf die freilich ziemlich großen Beobachtungsfehler unveränderlich. Ein ähnlicher Versuch mit dem Funkenmikrometer, bei dem die Stärke der Strahlung durch die Länge des Sekundärfunkens gemessen wurde, ergab, daß die Funkenlänge beständig mit der Drahtlänge wächst. Aus diesen Versuchen folgert TIETZ, daß bei der Marconi-Telegraphie eine Abstimmung mit Hilfe der Resonanz nicht möglich ist, so lange dabei der Fritter als Empfänger benutzt wird, daß aber die Verwendung des Thermolements und des Dynamobolometers als Wellenanzeiger die Abstimmung bei der Funkentelegraphie ermöglicht. Er schlägt vor, zur Erreichung der größten Wirkung die Drähte am Geber und Empfänger so anzuordnen, daß deren vier äußere Endpunkte ein Rechteck bilden. Eine wesentliche Verstärkung der Strahlung erhielt TIETZ mit Gebern, die mehrere hintereinander geschaltete Funkenstrecken enthielten; einer von ihnen gestattete auch, an jedem isolierten Leiter, zwischen denen die Funken übergingen, Drähte anzulegen, sodafs am Geber mit vier und mehr Drähten gearbeitet werden konnte. Auch zeigte sich hierbei die Einschaltung eines Condensators

parallel zu einer Funkenstrecke als sehr wirksam. Am meisten benutzte TIETZ einen Geber, den er sich durch Einstecken kurz gebogener Drahtstücke in eine Paraffintafel herstellte, zwischen denen je ein kleiner Funke übersprang. Das Ganze legte er dann in einen mit Öl gefüllten Hartgummikasten. Die Funkenzahl ist nicht unbeschränkt; die größte Wirkung tritt bei einer bestimmten Anzahl ein, die durch die Größe der einzelnen Funken, durch die in Form von Drähten angelegten Kapazitäten, sowie durch das Induktorium und den Funkenunterbrecher bedingt ist. Die Wirkung dieses Gebers ist die zwanzigfache des Marconi-Righischen. TIETZ ist der Ansicht, daß diese Wirkung keineswegs die höchste erreichbare sei, daß sie vielmehr durch Anwendung geeigneterer Induktorien und Unterbrecher, sowie durch Benutzung größerer Energiemengen, wie sie mit Transformatoren und Wechselströmen unter Einschaltung von Condensatoren leicht zu erreichen sind, noch wesentlich gesteigert werden könne. — Bei Benutzung stärkerer Ströme ist das Dynamobolometer ein empfindlicherer Empfänger als das Thermoelement. Eine Thermosäule, wie sie für Wärmestrahlen benutzt wird, ist für elektrische Schwingungen nicht verwendbar, sie müßte für diese an der einen Lötstelle eine sehr kleine, an der folgenden eine sehr große Masse haben, was durch verschiedene Querschnitte der Drähte erreichbar ist. — Nach Beendigung der Laboratoriumsuntersuchungen versuchte TIETZ, auf eine Entfernung von 200 m Zeichen zu geben. Als Geber benutzte er seine neue Vorrichtung, als Empfänger das Bolometer mit einem empfindlichen Spiegelgalvanometer, dessen Ausschlag objektiv beobachtet wurde. Die Drähte, die an den Geber und Empfänger angelegt wurden, waren 21 m lang. Er erhielt beim Arbeiten des Gebers an der Skala einen Ausschlag von 50 mm. Zur Erzielung eines wirklichen Telegraphierens schlägt TIETZ ein neues sehr empfindliches Relais, ein „Lichtrelais“ vor, das hergestellt wird, indem man den abgelenkten Lichtzeiger eines Spiegelgalvanometers auf eine Vorrichtung, die auf Lichtbestrahlung anspricht, z. B. eine Selenzelle, fallen läßt. Der Widerstand des Selens ändert sich mit der Belichtung, und zwar, wie WERNER VON SIEMENS gezeigt hat, bisweilen bis zu $\frac{1}{15}$ seines ursprünglichen Wertes, eine Eigenschaft, die BELL zu seinem Photophon geführt hat, und von der die Lösung des Problems des elektrischen Fernsehens erwartet wird. Durch Einschaltung einer Selenzelle in einen Stromkreis erhält man Stromschwankungen, die auf ein gewöhnliches Relais wirken können, indem Selenzelle, Batterie und Relais hintereinandergeschaltet werden, oder die Klemmenspannung an den Enden der Zelle zum Relais geführt, oder die Brückenschaltung benutzt wird. Auch das neue Verfahren von ZICKLER (vergl. diese Zeitschr. XII 43) läßt sich zur Herstellung eines Lichtrelais benutzen. Man hat nur nötig, ein an ultravioletten Strahlen reiches Lichtbündel als Lichtzeiger zu benutzen und an der Stelle, die dieser beim Galvanometeraussschlag trifft, die auszulösende Funkenstrecke anzubringen. H. H.-M.

Einem elektrolytischen Stromunterbrecher beschreibt Dr. A. WEHNELT in der *E. T. Z.* 20, 76; 1899. Dieser selbstthätige Unterbrecher ist die bedeutendste Verbesserung, die seit Jahren an dem Induktor angebracht worden ist, und ein wichtiger Fortschritt in der Erzeugung von Wechselströmen jeder gewünschten hohen Wechselzahl aus Gleichstrom ohne Benutzung bewegter Teile. (A. A. C. SWINTON, *Nature* 59, 394; 1899.) Ein Becherglas *a* ist mit verdünnter Schwefelsäure von 20° bis 25° Bè. gefüllt (Fig. 1). In diesen Elektrolyten tauchen zwei Elektroden; die Kathode besteht aus einer größeren Platte *b* von Blei oder einem beliebigen Stoffe und die Anode aus einem 1 bis 10 mm langen Platindrahte *c*, der in eine Glasröhre *d* so eingeschmolzen ist, daß er nur wenige Millimeter daraus hervorragt. Der Strom wird *c* durch Quecksilber, das in *d* eingegossen, zugeführt. Sendet man durch diese Vorrichtung einen elektrischen Strom, dessen Spannung wesentlich höher ist als die entgegenwirkende Polarisationsspannung, so treten bei *c* die bekannten Licht- und Wärmeerscheinungen auf, die Davy, Planté, Violle und Chasagny (*C. R.* 108, 284; 1889, vgl. auch Raveau, *Éclairage électrique* 6, 481; 1896) eingehender untersucht haben, und auf die Lagrange und Hoho (*Lum. él.* 52, 113; 1894), indem sie die kleinere

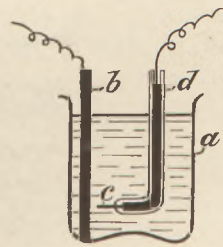


Fig. 1.

Elektrode als Kathode benutzen, ihr elektrisches Schweiß- und Härteverfahren gründeten. Die dabei auftretenden Stromschwankungen haben Richarz (*Wied. Ann.* 39, 71 u. 83; 1890, 47, 579; 1892, Richarz und Ziegler, *Wied. Ann.* 63, 261; 1897, Ziegler, *Diss. Greifswald* 1897) und Koch und Wüllner (*Wied. Ann.* 45, 473 u. 759; 1892) durch Einschaltung eines Telephons nachgewiesen. WEHNELT vermutete, daß diese Erscheinung durch vollkommene Unterbrechung

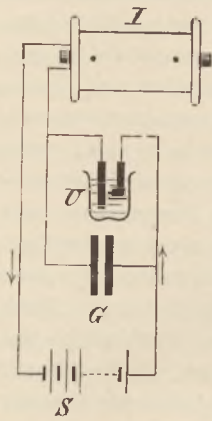


Fig. 2.

des Stromes hervorgerufen würde, und schloß daraus, daß ein in den Stromkreis eingeschaltetes Induktorium genau so arbeiten würde, als wenn es mit einem Unterbrecher ausgerüstet wäre. Zur Prüfung dieser Annahme machte er eine Reihe von Versuchen mit Induktorien von 3, 30 und 50 cm Schlagweite und einer Batterie von 60 Akkumulatoren oder dem Strom Berliner Centralen. Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 2 zu ersehen, in der *I* den Induktor von 3 cm Funkenlänge ohne Unterbrecher, *G* den Condensator, *U* die oben beschriebene Vorrichtung und *S* die Stromquelle bedeutet. Schon bei Anwendung geringer Spannung setzte im Augenblicke, wo die Leuchterscheinung auftrat, ein Funkenstrom zwischen Platte und Spitze des Induktors ein, der bei etwa 80—90 V und etwa 3 A in einen Gleichstromlichtbogen überging, der ein pfeifend hohes Geräusch von sich gab und bis zu 7 cm Länge ausgedehnt werden konnte. WEHNELT wandte nun seinen Unterbrecher auch bei den größeren Induktorien von 30 und 50 cm Schlagweite an.

Bei Benutzung von 6 Akkumulatoren, also bei 12 V, setzte die Erscheinung ein und bei einem Strom von etwa 6 A war die Unterbrechungszahl schon ebenso hoch, wie sie ein Deprez-Unterbrecher ergeben hätte. Durch Steigerung der Spannung wurden Flammenbogen von 38 oder 46 cm Länge erzielt, die einen Ton ergaben, der etwa 1000 Schwingungen entsprach. So starke Funkenströme und Lichtbogen sind mit keinem der bisher üblichen Unterbrecher mit Ausnahme des neuen, von Boas so sinnreich ausgedachten Turbinenunterbrechers der A. E. G. zu erhalten. — Die Stromunterbrechungen des elektrolytischen Unterbrechers sind so scharf, daß der Condensator des Induktoriums völlig überflüssig wird. Man schaltet am besten die primäre Spule und den Unterbrecher hintereinander in den Stromkreis. Selbstinduktion im äußeren Schließungskreise ist bei Anwendung des Wehnelt'schen Unterbrechers durchaus unschädlich, begünstigt vielmehr den Eintritt der Leuchterscheinungen. Die Zahl der Unterbrechungen steigt mit zunehmender Spannung. WEHNELT hat bisher Unterbrechungszahlen von 200 bis 1500 in der Sekunde stroboskopisch gemessen und höhere durch Vergleichung mit der Tonhöhe von Stimmgabeln auf mehr als 1700 in der Sekunde geschätzt. Die Stromstärke nimmt mit der Oberfläche

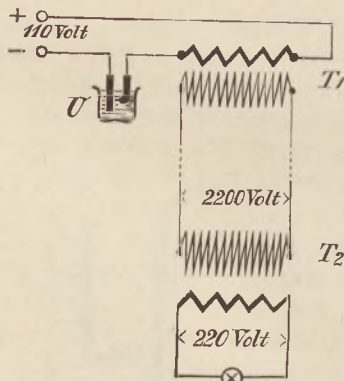


Fig. 3.

der Anode *e* aber nicht in demselben Verhältnisse wie diese zu und kann durch deren Änderung geregelt werden. Mit der Erhöhung der Stromstärke sinkt die Unterbrechungszahl, da der scheinbare Widerstand der Induktionsspule sich erhöht. Schaltet man parallel zur Primärspule eines Induktors eine Glühlampe von weit höherer Spannung als die der Batterie, so leuchtet die Lampe hell auf. Bei Anwendung einer Primärspule eines Induktors von 30 cm Funkenlänge brannten bei einer Batteriespannung von 21 V eine 56 V-Lampe, bei 48 V eine 110 V-Lampe und bei 105 V zwei hintereinander geschaltete 110 V-Lampen normal. Der neue Unterbrecher ist besonders vorteilhaft zum Betrieb von Funkeninduktorien, zur Erzeugung von Röntgenstrahlen, zur Anstellung von Teslaschen, Marconischen und Hertz'schen

und Wechselstrom-Versuchen. Schaltet man z. B. in den Stromkreis einer Lichtleitung von 110 V den elektrolytischen Unterbrecher und die primäre Wickelung eines Wechselstromtransformators *T*₁ (Fig. 3) mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 10, so erhält man nicht 1100 V, sondern

2200 V, die in einem Transformator T_2 herabtransformiert, etwa 220 V Spannung erzeugen. Der elektrolytische Unterbrecher wird von der Firma F. Ernecke zu Berlin hergestellt.

In der Deutschen Physik. Gesellschaft (*Verhandl.* 1, 53; 1899) berichtete P. SPIES über einige neue Versuche, die er und Dr. Wehnelt mit dem elektrolytischen Unterbrecher angestellt haben, um dessen Wirkungsweise weiter aufzuklären. Er gab folgende qualitative Übersicht über den Zusammenhang einiger der in Betracht kommenden Größen.

Ver mehrt man	so wird	Stromstärke	Unterbrechungs zahl	Stromdichte
1. Spannung		größer	größer	größer
2. Anodenoberfläche		größer	kleiner	kleiner
3. Selbstindukt.-Coeff.		kleiner	kleiner	kleiner.

Den Einfluß des Selbstinduktionscoefficienten zeigte er durch folgende Versuche: Eine Rolle von etwa 1000 Windungen starken Kupferdraht gab ohne Eisenkern eine noch als Ton wahrnehmbare Folge von etwa 200 Unterbrechungen in der Sekunde; beim Einführen eines getheilten Eisenkerns erhielt er einzelne zählbare Stromstöße. Er schloß ferner einen kleinen Transformator (Übersetzungsverhältnis 1:10) und den Unterbrecher an die Lichtleitung (Gleichstrom von 110 V) und verband ihn in der für Kraftübertragung üblichen Weise mit einem zweiten gleichen Transformator. Belastete er dessen Niederspannungsspule allmählich mit 1 bis 10 parallel geschalteten Glühlampen, so stieg der Ton nach und nach um eine Oktave. Bei zu starker Verringerung der Selbstinduktion durch Belastung des Sekundärkreises setzte der Funkenstrom des Induktors plötzlich aus und es trat das bekannte Glühen der Elektrode in dem Unterbrecher ein. Verringerte er nun die Belastung, so arbeitete der Unterbrecher erst nach vorübergehendem Ausschalten der Batterie weiter. Die Erscheinung, daß die effektive Spannung an den Klemmen der benutzten Drahtrolle und die Spannung am Unterbrecher in der Regel einen höheren Wert als die Batteriespannung haben, erklärte Herr Spies für eine Spannungsresonanz. Diese tritt ein, wenn Selbstinduktion und Capacität hintereinander geschaltet sind, und wenn die nach der Formel $T = \pi \sqrt{LC}$ berechnete Schwingungsdauer mit der Dauer einer halben Periode der Wechselstromquelle übereinstimmt. Diese Vorstellung führte ebenso wie die kalorimetrisch und voltametrisch bestimmten Stromstärken des Unterbrechers zu der Annahme von oscillatorischen Vorgängen in diesem, die etwa folgendermaßen zu denken wären: Der erste Strom erzeugt in der Umgebung der Elektrode eine Gasschicht, diese schwächt den Strom allmählich immer mehr; der Extrastrom verursacht zwar unter Bildung glühenden Gases, dessen Licht neben zahlreichen anderen Linien sehr schön ausgeprägt die des Wasserstoffs zeigt, eine Verlängerung des Stromdurchganges, schließlicly aber wird der Strom doch ganz oder beinahe Null. Es ist nun anzunehmen, daß in diesem Augenblick an der Elektrode oder in dem Elektrolyten ein Zustand herrscht, der dem eines geladenen Condensators von großer Capacität entspricht. Diese Annahme bedarf jedoch der Ergänzung, daß die elektrolytische Capacität während der einzelnen Phasen des Vorganges veränderlich ist und in dem Augenblick der größten Ladung einen geringeren Wert hat, als er sich aus der Formel $C = T^2/\pi^2 L$ ergibt. Der Rückstrom, der mit einer größeren Spannung einsetzt, als sie die Batterie besitzt, also dieser entgegengesetzt verläuft, bildet einen Teil des Anions zurück und stellt dadurch die Berührung zwischen der Elektrode und dem Elektrolyten wieder her oder vermindert den hohen Widerstand, der sich hier gebildet hatte. Hierbei wird die elektrolytische Capacität erschöpft und der ursprüngliche Strom setzt wieder ein.

D'ARSONVAL (*C. R.* 128, 529; 1899) benutzt als Elektrolyten Kalilauge und kann daher ein eisernes Gefäß verwenden. Er erklärt die Thätigkeit des Wehneltschen Unterbrechers auf folgende Weise: Der Strom erhitzt die Platinspitze zur Weißglut, es bildet sich eine Dampfhülle, die die Anode von der Flüssigkeit trennt und den Strom unterbricht. Die umgebende kalte Flüssigkeit verdichtet den Dampf, der Strom stellt sich wieder her und die Erscheinung beginnt von neuem. Der Unterbrecher arbeitet nicht mehr, sobald die verdünnte Säure etwa 90° C. warm wird, so daß der Dampf sich nicht mehr verdichten kann. H. PELLAT (*C. R.* 128, 732; 1899) schaltete in den Stromkreis einer Akkumulatorenbatterie von

etwa 70 V die Primärspule eines Induktors von 25 cm Schlagweite, den elektrolytischen Unterbrecher und ein Carpentier-Ampèremeter, das 20 A zeigte. Schloß er den Induktor durch einen dicken Kupferdraht kurz, so fiel der Strom auf 15 A und stieg wieder auf 20 A, sobald er den Kurzschluß unterbrach und die Funken von neuem zwischen den Enden der Sekundärspule übersprangen. Benutzte er einen Lichtstrom von 110 V und schwach ($\frac{1}{40}$) angesäuertes Wasser als Elektrolyten, so erhielt er, wenn der Induktor ausgeschaltet war, eine mittlere Stromstärke von 4 bis 5 A; sie stieg auf über 25 A (das Ampèremeter war nur bis 25 A geeicht), sobald er die Primärspule des Induktors einschaltete und eine wirkliche Flamme die beiden Enden der Sekundärspule vereinigte. Während der Platindraht des Unterbrechers im ersten Falle kaum glühte, leuchtet er im zweiten Falle lebhaft. Es ergab sich daraus, daß die mittlere Stromstärke beträchtlich vermehrt wird, wenn eine Impedanz in den Stromkreis eingeschaltet wird. Durch Umformung des Integrals für den mittleren Wert der Stromstärke versucht Pellat nachzuweisen, daß diese zunächst paradox erscheinende Thatsache den bekannten Induktionsgesetzen durchaus nicht widerspricht.

H. H.-M.

Die Entwicklung der elektrolytischen Metallgewinnung. Auf dem Gebiete der Reinigung von Metallen auf elektrolytischem Wege hat die Elektrochemie neuerdings so bedeutsame Fortschritte gezeitigt, daß dadurch die ganze Metallurgie einer raschen Umgestaltung entgegengeführt wird. Die industrielle Entwicklung dieser Art der Metallgewinnung ist Gegenstand der Vorträge von C. HOEFNER (*Elektrot. Ztschr.* 1898, Heft 44 S. 732), SWAN (ebd. *H. 15 S. 233*), DÜRRE (ebd. *H. 22 S. 353*) und E. DE FODOR (*Ztschr. f. Elektrotechnik, Wien* 1898, *XVI, Heft 20 u. 21*). — Die Anfänge der elektrolytischen Metallgewinnung liegen weit zurück, da schon Davy im Jahre 1806 zeigte, wie man mit Hilfe des elektrischen Stromes aus geschmolzener Pottasche metallisches Kalium abscheiden könne. Es folgten dann die grundlegenden Arbeiten und theoretischen Aufstellungen von Faraday, Ohm u. a., welche später von Jacobi durch systematischen Ausbau der Galvanoplastik praktisch verwertet wurden. Hieran reihen sich die Bemühungen von Elkington in Birmingham und anderen Engländern, Kupferrückstände mit Hilfe elektrischer Energie wieder in reines Kupfer zurückzuverwandeln. Haben wir bei den Arbeiten von Jacobi, Elkington u. a. zwar noch keine elektrolytische Metallgewinnung im großen, so sind doch die Grundsätze derselben teilweise noch heut wirksam, besonders in den elektrischen Raffinierprozessen. Letztere sowie alle neueren Fortschritte wurden erst ermöglicht, als mit der Dynamomaschine eine neue Elektrizitätsquelle geschaffen war. — In den jetzigen Verhältnissen haben wir zweierlei elektrische Metalldarstellungen zu unterscheiden, aus dem geschmolzenen Material und aus der — meist wässrigen — Lösung. Das hervorragendste Beispiel für den ersten Weg ist die Aluminiumfabrikation, die im wesentlichen darauf hinauskommt, daß reine Thonerde elektrisch zerlegt wird, gleichviel ob sie durch die elektrische Wärme für sich allein flüssig gemacht wird, wie in dem Heroult-Prozesse oder mit Zusätzen von Chlor- und Fluorverbindungen versehen wird, wie in dem amerikanischen Hall-Prozesse. Die Versuche, das Aluminiumsulfid an die Stelle der Thonerde zu setzen, scheinen keinen Erfolg gehabt zu haben. Zur Zeit werden etwa 2000 t jährlich dargestellt mit einem Aufwand von 10000 P.S., doch wird sich demnächst die Produktion noch erheblich steigern. Beiläufig sei auf die Verwendung des Aluminiums in der Stahlgießerei hingewiesen; der Zusatz an Aluminium beträgt bei Siemens Martinstahl 60 bis 120 g per Tonne, bei Bessemerstahl noch etwas mehr; es wird hierdurch die Homogenität der Gufsstücke und die Zugfestigkeit des Stahles erhöht, ohne daß die Dehnbarkeit beeinträchtigt wird (vgl. d. *Ztschr.* V 264). — Das metallische Natrium wird ebenfalls aus geschmolzenem Material, dem Natriumhydroxyd, in großem Maßstabe elektrolytisch abgeschieden in England, Deutschland und Amerika; die älteren rein chemischen Verfahren sind fast ganz verdrängt. In diesem Zusammenhange ist auch der Reindarstellung der selteneren Metalle wie Chrom, Wolfram, Molybdän u. a. durch H. MOISSAN zu gedenken (vgl. d. *Ztschr.* X 159).

Auf dem zweiten Verfahren beruhen die elektrischen Raffinierprozesse, sowie die Metallgewinnung direkt aus den Erzen, die in neuerer Zeit die bedeutendste industrielle Entwick-

lung zeigt. Etwa ein Drittel von allem in den Weltverkehr gebrachten Kupfer wird heute elektrolytisch gereinigt. Diese Menge betrug 1896 rund 137000 t, wovon allein 30000 t in den Anakonda-Werken (in Montana, Ver. St. Nord-Am.) erzeugt wurden. Ein besonderer Vorzug dieses elektrischen Raffinierverfahrens ist, daß das im Rohmetall etwa enthaltene Gold und Silber für sich abgeschieden wird, weshalb das Verfahren besonders im gold- und silberreichen Nordamerika gebräuchlich ist. Es werden hier die aufbereiteten kupferhaltigen Edelerze zunächst auf Gold und Silber in einem Amalgamationsverfahren, verbunden mit Pochwerkbetrieben, verarbeitet. Hierbei verlaufen jedoch die Prozesse meist nicht so glatt, sondern es verbleiben reichliche Kupferrückstände, die gewöhnlich von Kupferhütten aufgekauft und auf Schwarzkupfer verarbeitet werden. Dieses noch Gold und Silber enthaltende Rohmetall geht nun in die Elektrolyse, wobei das reine Kupfer sich an der Kathode niederschlägt und die Edelmetalle sich in den Anodenschlämmen ansammeln; das Verfahren ist indessen nicht rentabel, wenn der Gold- und Silbergehalt sehr gering ist. Das elektrolytisch abgeschiedene Kupfer zeichnet sich durch sein besseres Leitungsvermögen aus. Für die mechanische Verarbeitung wird es gewöhnlich nochmals umgegossen oder es werden nach Elmores Verfahren (vgl. d. Ztschr. VIII 105) unmittelbar im elektrischen Bade Röhren, Bleche, Cylinder u. dergl. hergestellt, indem der Kupferniederschlag während des Entstehens mit einem Glättewerkzeug verdichtet wird. — Ganz neuerdings werden einzelne Metalle direkt aus den Erzen elektrolytisch gewonnen, so daß jeder thermische Vorprozess fortfällt. Es gilt dies besonders für das Kupfer, das nächst dem Eisen das für die dynamische Erzeugung der Elektrizität wichtigste Metall darstellt. Das aussichtsvollste, von C. HOEPFNER ausgebildete sogenannte Kupferchlorür-Verfahren ist im wesentlichen folgendes. Die feingemahlene Erze werden in einer Laugetrommel mit heißer Kupferchloridlauge behandelt, wodurch *Cu*, *Ag*, *Pb* und *Ni* gelöst werden, während das Kupferchlorid zu Kupferchlorür reduziert wird. Die abfiltrierte Lösung wird von etwa vorhandenen schädlichen Beimischungen, wie Arsen, Antimon, Wismut, Eisen, durch Kalk gereinigt, darauf von Silber befreit. Die so gereinigte Lösung durchfließt in geteiltem Strom ein durch Diaphragmen in Anoden- und Kathodenzellen geteiltes Bad, in dem die Anoden aus Kohle, die Kathoden aus Kupfer bestehen. An der Kathode wird nun alles Kupfer in glänzender, fein krystallinischer Form niedergeschlagen, während das an der Anode freiwerdende Chlor von dem Laugenstrom aufgenommen wird und wieder Kupferchlorid damit bildet — das nach vorheriger Erhitzung wieder zum Auslaugen neuer Erzmassen dient. Es findet also ein vollkommener Kreisprozess statt ohne Abwässer und ohne Säureverbrauch. Nach Abscheidung des Kupfers wird das in der Kathodenlauge etwa noch vorhandene Blei und Nickel ebenfalls abgeschieden, ersteres schwammig, letzteres völlig kupferfrei in festen Platten; das Nickel war früher nicht ganz blei- und eisenfrei zu erhalten, wird aber jetzt ganz rein gewonnen, höchstens mit etwas Kobalt untermischt. Ein weiteres, schon länger erprobtes Verfahren ist das von W. v. SIEMENS erfundene Kupfersulfatverfahren. Dasselbe verlangt Kupfererze, die möglichst zwei Bedingungen erfüllen: sie sollen erstens schwefeleisenfrei sein und zweitens das Kupfer als Halbschwefelkupfer enthalten; übrigens ist dies Verfahren wiederum mit einem Röst- und Schmelzprozess verknüpft. Die beiden genannten Bedingungen lassen sich wohl theoretisch durch geeignetes Rösten erfüllen, doch stellen sich in der Praxis große Schwierigkeiten ein, indem später leicht zu viel Eisen in Lösung geht und die Lauge verdirbt. Die größte Schwierigkeit liegt in der geringen Haltbarkeit der Membranen, da das Verfahren einen relativ großen Säuregehalt in der Lauge verlangt. Auch kann bei diesem Verfahren das Silber, sowie Blei und Nickel nicht gewonnen werden, wodurch seine Anwendung bei vielen Erzen ausgeschlossen ist. Demgegenüber hat das Kupferchlorürverfahren HOEPFNERs noch andere Vorzüge außer den obenerwähnten; es liefert pro Ampère doppelt soviel Kupfer wie das Sulfatverfahren, man kann bereits mit einer Polspannung von nur 0,8 V praktisch arbeiten bei einem Ampère-Nutzeffekt von über 90%, so daß mit 1 P.Š. in 24 Stunden 44 kg Kupfer erzeugt werden können gegen etwa 15 kg beim Sulfatverfahren. Während ferner beim Chlorürverfahren auf die Darstellung von 1 kg *Cu* etwa $\frac{1}{2}$ kg Kohle kommt, erfordert im Sulfatverfahren der

Schmelzprozefs zehnfach gröfsere Mengen von teurem Cokes, so dafs das erstere Verfahren auch in kupferreichen und kohlearmen Ländern, z. B. Chile, Mexico und Nordwest-Amerika zur Anwendung gelangen kann.

Auch für das Zink hält C. HOEPFNER die Frage der elektrolytischen Gewinnung direkt aus den Erzen für gelöst. Nach seinem Verfahren werden die Zinkerze in eine möglichst reine Chlorzinklauge übergeführt, die der Elektrolyse unterworfen wird. Das neben dem Zink gleichzeitig gewonnene Chlor dient zur Erzeugung von Chlorkalk. Es gelang, Membranen herzustellen, die dem Chlor vollkommen widerstehen, eine Mischung der Kathoden- und Anodenlauge genügend verhüten und doch die nötige Diffusion erlauben, so dafs sie dem Strom fast keinen Widerstand bieten. Die Vorteile dieser Zinkgewinnung, für die bereits Werke in Deutschland, England und Österreich vorhanden sind, bestehen gegenüber der hüttenmännischen Destillationsmethode in folgendem: während zur Verhüttung reiche Erze, mit etwa 40% Zink, nötig sind und von dem in den Erzen enthaltenen Metall — abgesehen von dem Verlust bei der mechanischen Aufbereitung — etwa 15 bis 20% verloren gehen, ist bei dem nassen Verfahren die Ausbeute eine weit bessere; auch lassen sich noch Erze mit 6 bis 8% Zinkgehalt verarbeiten; ein Gehalt an Blei ist unschädlich; das elektrolytische Zink ist ferner fast chemisch rein, gleichviel ob die Erze rein oder unrein, reich oder arm waren, es ist reiner als das im Handel befindliche chemisch reine Zink; etwa vorhandene wertvolle Metalle wie *Au*, *Ag*, *Cu* gehen nicht verloren, sondern werden mitextrahiert; das gleichzeitig erzeugte Chlor deckt den gröfseren Teil der Arbeitskosten. Diese gleichzeitige Chlorerzeugung ist ein grofser Vorteil, jedoch nur für die Gegenwart; denn der Weltbedarf an Zink ist jährlich 400000 t; würde diese ganze Masse elektrolytisch erzeugt, so erhielte man als Ausbeute an Chlorkalk 1200000 t, wovon die Welt aber nur 300000 t bedarf. Für die Zukunft will daher C. HOEPFNER das Verfahren ganz analog dem Kupferchlorürverfahren gestalten, so dafs das freiwerdende Chlor sogleich zur Lösung des Erzes verwendet wird, in fortwährendem Kreislauf Zink lösend und elektrolytisch wieder freigebend. Dabei wird sich auch die Polspannung, die jetzt 3—4 V beträgt, auf 1—2 V reduzieren lassen. Mit einer P.S. können bis zu 16 kg Zink aus der Lösung hergestellt werden, so dafs mit 1 kg für den Betrieb der Maschinen erforderlicher Kohle etwa $\frac{3}{4}$ bis 1 kg Zink gewonnen werden, während beim alten Destillationsverfahren 5—6 kg Kohle pro kg Zink verbraucht werden. HOEPFNER knüpft an sein Verfahren noch weitergehende Hoffnungen bezüglich der Erzeugung von Elektrizität überhaupt, und zwar auf einem rationellen elektrochemischen Wege. Er hält es für wenig aussichtsvoll, an die unreine Steinkohle mit direkten Transformationsbestrebungen heranzutreten (vgl. d. Ztschr. X 35), und glaubt dadurch zum Ziele zu kommen, dafs er sein elektrochemisches Verfahren der Metallgewinnung gewissermaßen umkehrt, so dafs aus geeigneten Metallen mit Hilfe billig regenerierbarer Reagentien Strom erzeugt wird — also der ursprüngliche Weg der galvanischen Stromerzeugung wieder beschritten wird — und die gelösten Metalle, d. h. deren reine Oxyde, wieder durch Steinkohle in möglichst ökonomischer Weise reduziert werden.

O.

Glycerin als Wärmeschutzmittel bei Projektionslaternen. Um die Linsen vor zu starker Erwärmung und die Diapositive vor der Zerstörung durch die Hitze zu schützen, empfiehlt das *British Journal of Photography* (*Uhl, Techn. Rundschau XXXI 14, 1898* und *Deutsche Mechaniker-Ztg. 1899, S. 6*) zwischen Condenserlinsen und Objektiv wasserfreies Glycerin einzuschalten, das die Wärmestrahlen verschluckt. Glycerin siedet erst bei 290° C. und stört daher niemals das Bild durch Blasenbildung, wie die seither hierfür benutzte Alaunlösung, die bei längerem Brennen der Lampe ins Kochen geraten kann. Der hohe Siedepunkt des Glycerins gestattet sogar, es zwischen Lampe und Condenserlinsen anzubringen, so dafs auch diese vor der Einwirkung der Wärme geschützt werden. Reines Glycerin ist völlig farblos und schwächt das Licht nur sehr wenig.

H. H.-M.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Dynamik starrer Systeme. In zwei Bänden mit zahlreichen Beispielen von Edward John Routh. Autorisierte deutsche Ausgabe von Adolf Schepp. Mit Anmerkungen von Prof. Dr. Felix Klein zu Göttingen. Zweiter Band: Die höhere Dynamik. Mit 38 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. IX u. 544 S.

Auch dieser Band ist gleich dem vor kurzem in deutscher Übersetzung veröffentlichten ersten Bande durch Originalität der Gedankenwendungen ausgezeichnet. Wie dort, so tritt hier der praktische Gesichtspunkt, die Anwendung des Allgemeinen auf Einzelfälle hervor. Es werden behandelt: die beweglichen Coordinaten, das Clairautsche Theorem und die relative Bewegung in Bezug auf die Erde, die kleinen Schwingungen um die Gleichgewichtslage und um einen stationären Zustand, sowohl wenn die Kräfte ein Potential haben, wie wenn ein solches fehlt, die Bewegungen der Körper mit und ohne Einwirkung von Kräften, die freien und die erzwungenen Schwingungen, die Methoden der Isolierung und der Multiplikatoren, die Rechnung mit endlichen Differenzen, die Hamiltonsche Theorie in ihrer ursprünglichen Form, die Präzession und die Nutation, die Bewegung des Mondes um seinen Schwerpunkt, die Bewegungen eines Fadens und einer Membran. Die von Klein hinzugefügten Anmerkungen betreffen teils sachliche, teils litterarische Fragen. Der Reichtum des hiermit angedeuteten Inhalts im einzelnen ist wohl imstande, eine eindrucksvolle Vorstellung von der großen Tragweite mathematisch-mechanischer Methoden zu geben. Wer die verschiedenen Abschnitte eingehend studiert hat, wird bei wissenschaftlichen Arbeiten, bei der Erwägung neuer Probleme zuweilen mit Nutzen darauf zurückkommen, um daraus Anregung und Belehrung zu schöpfen. Das Werk, das in England längst hohe Anerkennung gefunden hat, verdient auch in Deutschland weit verbreitet zu werden.

Paul Gerber, Stargard.

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr. Aug. Föppl. Erster Band: Einführung in die Mechanik, mit 78 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. XV u. 412 S.

Noch mehr als der dritte Band darf der inzwischen erschienene erste Band der Föppl'schen Vorlesungen auch außerhalb der Kreise der Fachtechniker Interesse beanspruchen, denn er hat mit Einschluss der flüssigen Körper fast nur Fragen der allgemeinen Mechanik zum Gegenstande. Ausführlicher und im guten Sinne des Wortes breiter als in anderen ähnlichen Büchern werden die Grundbegriffe und Grundlehren nach ihrem Inhalte und ihrer Bedeutung besprochen; z. B. die Masse, die Trägheit, die Centrifugalkraft, die Aktion und Reaktion, die Energie, der Elastizitätsgrad, die Eigenschaften vollkommener Flüssigkeiten. Lernenden und Lehrenden wird dadurch manche anderswo nicht zu findende Aufklärung dargeboten. Beim Trägheitssatze wird freilich die Überlegung, von welchem Orte aus die Bewegungen zu betrachten seien, unnütz erschwert; jener Satz hat überhaupt bloß relativ einen Sinn und bezieht sich jedesmal auf einen Standpunkt, der als absolut fest angesehen werden kann, wenn er es auch in anderem Zusammenhange nicht ist; der theoretische Begriff des freien Systems und die praktische Zulässigkeit, Teile des Naturganzen unter Umständen als freie Systeme aufzufassen, sind durchaus unentbehrlich. Wichtig wäre es gewesen, wo vom Strömen der Energie gehandelt wird, hervorzuheben, dass man von einem solchen allenfalls zur Abkürzung reden darf, dass es jedoch in Wahrheit keine Energieströme giebt, da die Energie selbst sonst irrtümlich zu einer Substanz würde; dies trifft sogar für die lebendige Kraft in dem sehr einfachen Vorgange einer geradlinig mit constanter Geschwindigkeit durch den Raum eilenden Masse zu; die Masse, nicht die lebendige Kraft bewegt sich. Eine beachtenswerte Eigentümlichkeit des Föppl'schen Buches ist die überall streng durchgeführte Unterscheidung, ob eine Größe gerichtet ist oder nicht, und die Rechnung mit den Begriffen der geometrischen Summe und des inneren und des äußeren geometrischen Produktes. Den Aufgaben, die den einzelnen Abschnitten hinzugefügt sind, gebührt dieselbe Anerkennung wie beim dritten Bande.

Paul Gerber, Stargard.

Die elektrodynamischen Grundgesetze und das eigentliche Elementargesetz. Von Franz Kerntler. Budapest, Buchdruckerei der Pester Lloyd-Gesellschaft. 1897. 68 S. — Die Möglichkeit einer experimentellen Entscheidung zwischen den verschiedenen elektrodynamischen Grundgesetzen. Nachtrag zu der vorigen Abhandlung. Von Franz Kerntler. Ebenda. 1898. 18 S.

Aus folgenden Überlegungen leitet Verf. sein elektrodynamisches Elementargesetz ab. Erstens giebt es nach Stefan zwischen zwei elektrischen Stromelementen ds und ds' vier Componenten: die Wirkung von $ds \cos \vartheta$ auf $ds' \cos \vartheta'$, in die Verbindungslinie der Mittelpunkte von ds und ds' fallend, gleich $aii' ds ds' \cos \vartheta \cos \vartheta' / r^2$, von $ds \sin \vartheta$ auf $ds' \sin \vartheta' \cos \omega$, in dieselbe Verbindungslinie fallend, gleich $bii' ds ds' \sin \vartheta \sin \vartheta' \cos \omega / r^2$, von $ds \sin \vartheta$ auf $ds' \cos \vartheta'$, parallel zu $ds \sin \vartheta$, gleich $cii' ds ds' \sin \vartheta \cos \vartheta' / r^2$, von $ds \cos \vartheta$ auf $ds' \sin \vartheta'$, in Richtung von $ds' \sin \vartheta'$, gleich

$d i' ds ds' \cos \vartheta \sin \vartheta' / r^2$; dabei gelten zwischen den Constanten a, b, c und d , wenn man absolutes elektromagnetisches Maß anwendet und abweichend von dem besseren Gebrauche Stefans die Anziehungen positiv rechnet, die Gleichungen $a + 2b + c + d = 3$ und $2a + b - c + 2d = 0$. Zweitens verlangt das Prinzip der Wirkung und Gegenwirkung die Beziehung $c = d$. Drittens können die um ds concentrischen magnetischen Kraftlinien ganz in der Nähe der im Mittelpunkte von ds errichteten Senkrechten als parallel und geradlinig aufgefaßt werden, woraus folgen soll, ds' werde, wenn es mit ds parallel ist und sein Mittelpunkt in die Senkrechte fällt, in deren Richtung parallel mit sich selbst, und wenn es in der Senkrechten selbst liegt, mit derselben Kraft parallel zu ds verschoben; d. h. es sei $b = c$. Aus den so erhaltenen Gleichungen für die Constanten ergibt sich, daß das gesuchte Gesetz durch die vier Stefanschen Componenten dargestellt wird, wenn man darin $a = -1$ und $b = c = d = 1$ setzt.

Hiergegen ist dreierlei einzuwenden. Wenn die zu einander senkrecht gerichteten Componenten überhaupt eine gegenseitige Wirkung ausüben, so ist es sehr zweifelhaft, ob die Wirkung, wie Stefan annimmt, nur translatorisch erfolgt; wahrscheinlicher ist es, daß so liegende Stromelemente sich dann auch zu drehen streben. Ferner steht die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung solcher Elemente nicht im entferntesten außer Frage; im Gegenteil, — da bei Festlegung des einen Elementes durch die von ihm ausgehende Kraft das andere, nehmen wir an, parallel mit sich selbst verschoben, und bei Festlegung des zweiten Elementes, falls die Gegenkraft zur Kraft genau entgegengesetzt wirkte, das erste in seiner eigenen Richtung fortgeführt würde, falls aber die Fortführung auch jetzt quer geschähe, die Gegenkraft nicht entgegengesetzt zur Kraft wäre, so hat der Satz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung hier so wenig Sinn, daß seine Geltung kaum für zutreffend zu halten ist; — man kann sogar versucht sein, danach vom Standpunkte jenes Satzes aus die Unmöglichkeit einer gegenseitigen Wirkung der zu einander senkrecht gerichteten Componenten zu deduzieren, woraus sich jedoch nicht Kerntlers, sondern Ampères Gesetz ergäbe. Endlich fehlt es der aus dem Verlaufe der Kraftlinien abgeleiteten Gleichheit von b und c ebenfalls an einem überzeugenden Argument; es scheint entweder die lineare Ausdehnung von ds' außer Betracht gelassen oder das magnetische Feld von ds in der Nähe von ds' als homogen angesehen zu sein, was beides falsch ist.

Die Versuche, die Kerntler in dem Nachtrage zu seiner Abhandlung erörtert, sind nicht wirklich angestellt worden, sondern werden nur vorgeschlagen. Es genügt daher, hier denjenigen anzuführen, von dem die übrigen spezielle Abzweigungen bilden. Wenn ein kleiner quadratischer Stromleiter im Mittelpunkte einer Seite an einem langen dünnen Faden aufgehängt ist und sein Centrum sich im Centrum eines sehr großen und unbeweglichen, ebenfalls quadratischen Stromleiters befindet, dessen Seiten senkrecht und wagerecht liegen, und dessen Ebene mit der des magnetischen Meridians zusammenfällt, so steht das von den senkrechten Seiten des großen Quadrates bewirkte Drehungsmoment des kleinen zu dem von den wagerechten Seiten bewirkten Drehungsmomente im Verhältnis von $b + 1$ zu $c + 1$. Um nun die Drehungsmomente einzeln messen zu können, soll man senkrecht über der Mitte eines geraden, wagerechten, in die Richtung der Deklinationsnadel fallenden und durch die Erde gut geschlossenen Stromleiters von großer, etwa 100 m betragender Länge in einer Höhe gleich der Hälfte davon einen kleinen drehbaren Kreisstrom aufhängen; hat dieser dann das eine Mal einen zu dem Leiter parallelen, das andere Mal einen dazu senkrechten Durchmesser zur Achse, so verhalten sich die Drehungsmomente, wenigstens sehr annähernd, wieder wie $b + 1$ zu $c + 1$. Man kann so b und c ermitteln, weil aus den Stefanschen Gleichungen und aus $c = d$ folgt $b + c = 2$. Kerntler erwartet, daß sich für das gesuchte Verhältnis 1/1 ergeben werde. Sein Elementargesetz würde aber dadurch doch nicht vollkommen bestätigt, da bei der beschriebenen Versuchsanordnung die zwischen gegenseitig senkrechten Stromelementen etwa vorhandenen Drehantriebe sich aufheben. Nach dem Ampèreschen Gesetze müßte das fragliche Verhältnis gleich 3/1 sein.

Paul Gerber, Stargard.

Untersuchungen über die Theorie des Magnetismus, den Erdmagnetismus und das Nordlicht.

Von Dr. Eugen Dreher und Dr. K. F. Jordan. Berlin, Julius Springer. 1898. 18 S.

Zuerst stellten die Verff. die bekannten magnetischen Eigenschaften der Solenoide fest; dann fanden sie, daß nur bei sehr nahe auf einander folgenden Windungen ein Solenoid deutliche Pole, d. h. Stellen größter Anziehung hat; schließlic ergab sich, daß bei Magnetstäben mit konisch verbreiterten Enden am meisten Eisenfeile an den kreisrunden Kanten festgehalten wird, bei solchen mit zugespitzten Enden an der Spitze und bei solchen mit kugelförmigen Enden gleichviel überall auf den Kugelflächen. Aus alldem soll folgen, daß ein Magnet nicht auf parallel laufende elektrische Kreisströme, sondern nur auf spiralig ihn umfließende Ströme zurückführbar sei, was indes falsch ist, da viele Reihen nebeneinander liegender Kreisströme die gleichen Erscheinungen ergeben können. Da-

durch verliert auch der weitere Schluss seinen Wert, daß die in den Magneten ein- und aus ihm austretende, in entgegengesetzten Richtungen spiralförmig fließende positive und negative Elektrizität sich außerhalb des Magneten auf Wegen ausgleiche, die durch die Kraftlinien bezeichnet sind. Dasselbe ist von der Übertragung dieser Auffassung auf die Erde zu sagen, bei der jene Ausgleichung sich durch die Polarlichter soll zu erkennen geben, wobei noch angenommen wird, daß der dunkle Raum in den Geißlerschen Röhren dem negativen Pole näher als dem positiven liegt und die Nordlichter sich mehr nach Süden als die Südlichter nach Norden ausbreiten, daß der positive, die erdmagnetischen Erscheinungen bedingende Strom von Süden her in die Erde eintrete, die deshalb, von dort aus gesehen, wo sie ja ihren magnetischen Nordpol hat, einem linksgewundenen Solenoid entsprechen.

Paul Gerber, Stargard.

Der magnetische Zustand der Erde zur Epoche 1885.0, analytisch dargestellt von Adolf Schmidt (Gotha). Hamburg 1898. Gedruckt bei Hammerich und Lesser in Altona.

Will man den magnetischen Zustand der Erde zur Darstellung bringen, so müssen bekanntlich die vorliegenden Beobachtungen wegen der fortgesetzten säkularen Veränderungen auf eine bestimmte Epoche reduziert werden. Der Verfasser, der diese Darstellung unter neuem Gesichtspunkte ausgeführt hat, hat hierzu die Epoche 1885.0 gewählt. Die Darstellung beruht auf den von Neumayer abgeleiteten Werten der erdmagnetischen Kraftkomponenten an 1800 Punkten der Erdoberfläche. Zweck der Arbeit ist, das so gewonnene Beobachtungsmaterial in der Weise mathematisch-analytisch zu behandeln, daß es zur Prüfung bzw. zur Erweiterung der Gaußschen Theorie des Erdmagnetismus verwertet werden kann.

Der Gedankengang der Arbeit ist folgender: Bezeichnet man mit X die nach Norden, mit Y die nach Osten gerichtete Komponente der horizontalen Kraft des Erdmagnetismus, mit Z die Vertikalcomponente desselben, so lassen sich die Werte dieser Componenten auf jedem Breitenkreise durch trigonometrische Reihen als Funktionen der geographischen Länge λ darstellen, deren Coefficienten von der geographischen Breite bzw. deren Complement u abhängen, oder wenn man, wie der Verfasser, die Abplattung der Erde nicht außer Acht läßt, von der geocentrischen Breite, deren Complement v genannt wird. Die einfachsten sodann überhaupt möglichen Werte, die zur eindeutigen Definition des Kraftvektors ausreichen, sind sodann $X \sin u$, $Y \sin u$, $\gamma \cdot Z$. Der Verfasser hat aber die Rechnung in der Weise abgeändert, daß er Werte $\alpha X \sin u$, $\beta Y \sin u$, γZ für die verschiedenen Punkte der Erdoberfläche berechnet, worin $\alpha = \sin v / \sin u$, $\beta = \operatorname{tg} v / \operatorname{tg} u$, $\gamma = \cos v / \cos u$, ist. Die Berechnung der oben genannten Werte gestattet eine leichte Ableitung des Potentials an der Erdoberfläche und somit eine übersichtliche Darstellung der erdmagnetischen Verhältnisse. Die sehr ausführlichen Rechnungen des Verfassers beweisen nun, daß die Darstellung der durch $\alpha X \sin v$, $\beta Y \sin v$, γZ definierten Kraftverteilung des Erdmagnetismus im allgemeinen zufriedenstellend genannt werden kann, obwohl einige der daraus abgeleiteten Funktionen mit einer beträchtlichen Unsicherheit behaftet sind, deren Ursache in unserer noch immer bestehenden Unkenntnis der Kraftverteilung auf der ganzen Erdoberfläche zu suchen ist. Als wichtigste Aufgabe der zukünftigen Forschung, soweit sie sich auf die Feststellung der räumlichen Kraftverteilung des Erdmagnetismus bezieht, bezeichnet daher der Verfasser die Ausfüllung der großen Lücken des Beobachtungsmaterials, wie sie vor allem in den Polargebieten, dann aber auf den Ozeanen und im Innersten unserer großen Continente vorhanden sind.

G. Schwalbe, Potsdam.

Die Diapositivverfahren. Praktische Anleitung zur Herstellung von Fenster-, Stereoskop- und Projektionsbildern von G. Mercator. Halle a. S., Wilhelm Knapp. 1897. 93 S. 2 M.

Die Verwendung der Diapositive hat sich mehr und mehr erweitert und auch die Zahl der Herstellungsarten ist recht beträchtlich geworden. Beides ist nicht unabhängig von einander, denn die Verschiedenheit des Zweckes eines Diapositives bedingt vielfach die Wahl des einen oder anderen Herstellungsverfahrens. Ein zuverlässiger Ratgeber ist daher von großem Werte. Als solcher ist das Buch sehr zu empfehlen. Die eingehende Darstellung wird nicht nur dem Anfänger von Nutzen sein, ja, man kann sagen, der schon erfahrene Arbeiter wird erst recht die hier niedergelegte Erfahrung zu schätzen wissen. Neben den Vorschriften zur Herstellung der Diapositive enthält das Buch auch Angaben über das Fertigmachen von Projektionsdiapositiven, die Einrahmung und Ausstattung von Fensterbildern und das Kolorieren von Diapositiven. Erfreulich ist an dem Buche auch der Nachweis, daß die einschlägigen empfehlenswertesten Fabrikate inländische Produkte sind.

R. Heyne.

Grundriss der musikalischen Akustik. Ein Leitfaden für Musiker und Kunstfreunde. Von Dr. Alfred Jonquière. Mit 63 Text-Abbildungen, 1 Tafel und zahlreichen Notenbeispielen. Leipzig, Th. Grieben. 1898. XVI u. 388 S. M. 6,00.

Das vorliegende Buch stellt sich die Aufgabe, allen, die sich für die akustischen Grundlagen der Musik interessieren, die neueren Errungenschaften der akustischen Forschung vor Augen zu

führen. Es behandelt in drei Hauptabschnitten „das reine Tonsystem und die musikalische Temperatur“, „die Lehre von der Klangfarbe und die musikalischen Instrumente“, „die Wahrnehmung des Klanges. Interferenz, Schwebungen und Combinationstöne. Consonanz und Dissonanz“ — doch geben diese Überschriften nicht entfernt einen Begriff von dem vielseitigen Inhalt. Umfassende Reichhaltigkeit ist das hervorstechende Merkmal des interessanten Buches. Neben sorgfältiger Behandlung der bezüglichen physikalischen Lehren findet man eine eingehende Darstellung der wichtigsten akustischen Probleme, teilweise mit mathematischer Begründung, sowie eine weitgehende Berücksichtigung des historischen Elementes. Für den Physiklehrer, auch den wenig musikalischen, dürfte der ausführliche Abschnitt über die Theorie der einzelnen musikalischen Instrumente besonders wertvoll sein, da er ihn in den Stand setzt, auf die bei der Behandlung dieses Kapitels so vielfach auftauchenden Fragen der Schüler gegebenenfalls gründliche Aufklärung zu geben, — pflegt doch dieser Teil der Akustik auch in den größeren Physiklehrbüchern nur unvollkommen behandelt zu sein. Schon aus diesem Grunde sei das Buch zur Anschaffung, mindestens für die Anstaltsbibliotheken, warm empfohlen.

O.

Philosophische Propädeutik auf naturwissenschaftlicher Grundlage für höhere Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von August Schulte-Tiggens. I. Teil: Methodenlehre. Berlin, Georg Reimer, 1898. VIII und 78 S.

Der Verfasser hat das Buch in der Absicht verfaßt, die naturwissenschaftlichen Kenntnisse der älteren Schüler unserer höheren Lehranstalten für eine Einführung in die Prinzipien und Methoden wissenschaftlicher Forschung nutzbar zu machen. Er liefert damit einen Beitrag zur Verwirklichung eines Gedankens, der in dieser Zeitschrift von Anfang an vertreten worden ist. Das Buch muß umso mehr willkommen geheißt werden, als es auch auf den Betrieb des naturwissenschaftlichen Unterrichts selbst eine günstige Rückwirkung äußern dürfte. Nicht nur daß die einzelnen Abschnitte des Buches sich als Unterlage für propädeutische Excurse eignen — zu denen auf der Oberstufe sich immer Zeit finden wird —, es kann auch die in dem Buche dargebotene Orientierung über Charakter und Tragweite der wissenschaftlichen Methoden uns Fachlehrern neue Anregung bieten, die von uns im Unterrichte gezogenen Schlußfolgerungen in jedem einzelnen Fall auf ihre Zulässigkeit zu prüfen. Daß in dieser Beziehung oft über Schwierigkeiten — teils aus Bequemlichkeit, teils aus Zeitmangel — hinweggegangen wird, wer wollte das leugnen? Und wenn es selbst nicht ausführbar sein sollte, einige mathematische oder physikalisch-chemische Stunden, etwa am Ende des Schuljahres, auf derartige Dinge im Zusammenhange zu verwenden, so wird es doch während des Fachunterrichtes selbst an Gelegenheit nicht fehlen, durch eingestreute Bemerkungen auf die philosophische Seite des Gegenstandes hinzuweisen.

Das Buch ist in vier Abschnitte gegliedert: I. Beobachtung und Experiment. II. Naturgesetz (empirisches Gesetz); Induktion. III. Kausalgesetz und Hypothese. IV. Deduktion. Besondere Beachtung im Hinblick auf die Methode des physikalisch-chemischen Unterrichts verdient der II. Abschnitt, in dem neben dem Induktionsschluß der Schluß aus dem Zeichen (*indicium*) und der aus der Ähnlichkeit besprochen ist. Anzuerkennen ist auch die große Zahl von Einzelbeispielen; so ist bei der Darstellung des Experiments (nach WUNDT) Newtons Untersuchung der Farbenzerstreuung ausführlich dargelegt. Einen Einwand möchte ich nur zu einer Stelle erheben. Unter der Überschrift „Abweichung der Naturgesetze von der Erfahrung“ werden in Abschnitt II. solche Fälle besprochen, in denen sich das Gesetz mit dem beobachtbaren Vorgang nicht deckt. Dann kann das Gesetz noch immer der Wirklichkeit entsprechen, wie beim freien Fall, wo die Erscheinung nur durch den Luftwiderstand (und die Veränderlichkeit von g) compliziert ist. Es kann aber auch das Gesetz selber von der Wirklichkeit abweichen, wie das Mariottesche Gesetz, das Gesetz von Gay-Lussac, die kopernikanische Lehre von der Kreisgestalt der Planetenbahnen, das Keplersche Gesetz über die Ellipsenbahnen; diese Fälle gehören nicht mit dem ersterwähnten zusammen, sondern eher unter die auf S. 72. behandelten idealen Grenzfälle oder sind noch besser unter dem Gesichtspunkt einer Annäherung an die Wirklichkeit gesondert zu betrachten.

Auch für Schüler der oberen Klassen, die für solche Betrachtungen Interesse haben, dürfte sich das Buch als recht lesenswert erweisen.

P.

Physikalische Aufgaben für die oberen Klassen höherer Lehranstalten und für den Selbstunterricht von Dr. W. Müller-Erbach. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. VIII 167 S. Berlin, Jul. Springer. 1898. M. 2,40.

Als vor sechs Jahren diese Aufgabensammlung erschien, fand sie bei den Fachgenossen allseitige Anerkennung als ein Hilfsmittel für den Unterricht, das in methodischer und sachlicher Be-

ziehung frei von den vielfachen Mängeln mancher älteren Bücher den Physikunterricht an unseren höheren Schulen in der wirksamsten Weise zu fördern geeignet sei. Die Zeit hat es bestätigt, was am Schlusse der Besprechung der ersten Auflage im V. Jahrg. dieser Zeitschr. ausgesprochen wurde, dafs das Buch sich recht viele Freunde erwerben würde.

Die neue Auflage ist gegen die alte in zweifacher Hinsicht etwas verändert. Erstens sind die Aufgaben anders geordnet, so dafs sie sich möglichst genau an den Lehrgang des Unterrichts anschliessen. Dadurch hat die Brauchbarkeit des Buches besonders für den Selbstunterricht gewonnen; im Schulunterricht, wo das Buch besonders in der Mathematikstunde gebraucht werden soll, müssen die Aufgaben doch nach anderen Gesichtspunkten ausgewählt werden. Zweitens sind den einzelnen Abschnitten kurz die wichtigsten Lehrsätze und Formeln, die angewandt werden, einleitend vorausgeschickt, und die Zahl der Aufgaben ist beträchtlich vermehrt (von 655 auf 730). Die Vermehrung kommt am meisten den Abschnitten über Wärme und Elektrizität zu gute, wo Aufgaben über Elektrolyse, über die Energie der Wärme und des elektrischen Stromes und über deren technische Verwendung hinzugekommen sind, so dafs jetzt das Buch für alle Abschnitte der Physik, die mathematische Geographie eingeschlossen, ausreichendes Aufgabenmaterial bietet.

Einige Einwendungen müssen allerdings gemacht werden. In der ersten Erklärung ist das Gramm als Einheit der Masse eingeführt. Dafs bei dessen genauer Bestimmung die Veränderlichkeit des Gewichts mit der geographischen Breite zu berücksichtigen wäre, ist aber nicht richtig; sowohl die Festsetzung der Masseneinheit als auch die Massenvergleichung mit der gewöhnlichen Wage ist unabhängig davon. Der Irrtum rührt wohl daher, dafs der Verfasser abweichend von der zuerst gegebenen Erklärung und von dem gebräuchlichen absoluten Mafssystem das Gramm und Kilogramm stets als Gewichte auffafst; z. B. definiert er die Dichte nicht als Masse, sondern als Gewicht von 1 ccm und berechnet die Masse von 40 kg mit $40\,000/981$ (Benennung?). Auch die Erklärung auf Seite 4, dafs zwei Kräfte sich verhalten wie die in gleichen Zeiten geleisteten Arbeiten und ihre Verwendung bei Aufgabe 26 ist irrig. Die Entfernung eines Geschützes aus der Schallgeschwindigkeit zu berechnen (Aufgabe 451), geht nicht mehr an, wenn die Geschwindigkeit des Geschosses gröfser ist als die Schallgeschwindigkeit; ebensowenig ist es statthaft, den Normaldruck des Windes auf eine schief getroffene Fläche proportional dem einfachen Sinus des Neigungswinkels zu setzen (Aufgabe 47). In Aufgabe 579 ist die Angabe „nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz“ zu streichen, weil dies Gesetz bei der Berechnung des Effekts einer Dampfmaschine ohne Expansion keine Anwendung findet.

Auf die Wertschätzung des Buches können diese kleinen Ausstellungen wegen seiner übrigen grofsen Vorzüge keinen Einfluss haben. Auch in der neuen Form mufs man ihm die weiteste Verbreitung wünschen.

Götting.

Grundrifs der Physik. Ein Hülfsbuch für den Unterricht an höheren Lehranstalten, insbesondere für den Gebrauch an königlichen Kadettenkorps, bearbeitet von Dr. Siebert, Oberlehrer am Kadettenkorps. Mit 207 Abb. Berlin 1898, E. S. Mittler & Sohn. M. 3,00.

Der vorliegende Grundrifs beschränkt sich auf die wichtigsten Erscheinungen der Physik unter fast gänzlichem Verzicht auf mathematische Behandlung. Abgesehen von einigen Hinweisen auf militärische Anwendungen der Physik und einem als Anhang gegebenen, erklärenden Fremdwörterverzeichnis enthält das Büchlein nicht viel Originelles. Die zum Teil schematischen Figuren sind etwas gar zu primitiv ausgefallen, so z. B. die Fig. 193 zur Erklärung der elektrischen Klingel, oder das Ampèremeter (Fig. 197), bei dem der Drehpunkt des Zeigers nicht mit dem Mittelpunkt der Skala zusammenfällt. Der Raum, den die grofse Abbildung des rotierenden Magnets von Ritchie einnimmt, der doch nur von historischem Interesse ist, hätte unseres Erachtens durch eine etwas gründlichere Behandlung der Dynamomaschine besser verwertet werden können. Gegenüber der grofsen Zahl schon existierender, vortrefflicher Leitfäden kann der vorliegende Grundrifs kaum auf weitere Verbreitung Anspruch erheben.

F. Kbr.

Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik.

Von Professor Dr. W. Nernst. 2. Auflage. Mit 36 Abbildungen. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1898. XVI u. 703 S. M. 16,00, in Leinwand geb. M. 17,00.

Es ist ein erfreuliches Zeichen für die fortschreitende Verbreitung der physikalisch-chemischen Theorien, dafs bereits nach fünf Jahren eine Neuauflage des Nernstschen Lehrbuches notwendig geworden ist. In der Zwischenzeit ist der Ausbau der Wissenschaft durch zahlreiche Einzelarbeiten gefördert worden, aber die Anschauungsweise hat keine prinzipielle Änderung erfahren.

Das tritt in der zweiten Auflage des Buches deutlich hervor. Die Einteilung und Behandlungsweise des Stoffes ist gegen die erste Auflage unverändert geblieben, aber an Umfang ist das Buch beträchtlich gewachsen; es ist um reichlich hundert Seiten stärker geworden.

Ein Kapitel: „Der metallische Zustand“ ist ganz neu hinzugekommen. Der Verfasser vertritt an dieser Stelle die Helmholtzsche Theorie von der Existenz elektrischer, masseloser Moleküle, welche in die erste Auflage nicht aufgenommen war.

Das Kapitel „Elektrochemie“ ist in drei Abschnitte geteilt und fast doppelt so lang geworden. In der That sind gerade in diesem Zweig der physikalischen Chemie in den letzten fünf Jahren besondere Fortschritte gemacht worden.

Als praktische Neuerung sei erwähnt, daß unwesentlichere theoretische Erörterungen, Spezialisierungen, Diskussionen von Experimentaldaten u. dgl. durch kleineren Druck von den Hauptsachen unterschieden sind. Durch die stark vermehrten und vervollständigten Litteraturnachweise und Angaben guter Spezialwerke wird ein eingehenderes Studium einzelner Fragen, das über den Rahmen eines Lehrbuches herausgehen würde, sehr erleichtert. Die Ausstattung des Buches ist wie in der ersten Auflage vorzüglich. W. Roth.

Roscoe-Schorlemmers kurzes Lehrbuch der Chemie nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft. Von Sir Henry E. Roscoe und Alexander Classen. Mit 73 Holzstichen und einer farbigen Spektraltafel. Elfte vermehrte Auflage. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1898. XXIII und 554 S.

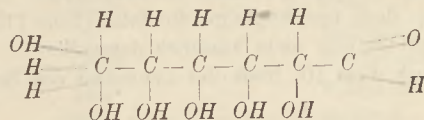
Nachdem die zehnte, zuerst von Classen besorgte Auflage des vorliegenden Werkes teilweise eine Neubearbeitung besonders des organischen Teils erfahren hatte, erscheint die vorliegende elfte Auflage nicht wesentlich gegen die zehnte verändert. Die Grundsätze, welche bei allen früheren Auflagen maßgebend gewesen sind und welche dem Werke zu seinem Erfolge verholfen haben: übersichtliche Anordnung des Stoffes bei streng wissenschaftlicher Behandlung desselben, sind auch in der vorliegenden Auflage beibehalten worden. So ist das Werk nicht nur für den Fachchemiker, sondern für jeden Naturwissenschaftler, welcher sich mit chemischen Fragen beschäftigt, ein geeignetes Hilfsbuch, wie kaum ein zweites. Hervorzuheben ist, daß einige störende Druckfehler, welche sich in der zehnten Auflage eingeschlichen hatten (so fehlte z. B. in der früheren Auflage auf Seite 26 bei Angabe einiger kritischer Temperaturen das Minuszeichen), nunmehr vermieden worden sind. Schw.

Einführung in das chemische Praktikum. Von E. Steiger. Leipzig und Wien. 1898. Franz Deuticke. 136 S. M. 2.

An Leitfäden für praktische Übungen im chemischen Laboratorien ist kein Mangel, beinahe jedes Universitätslaboratorium hat seinen eigenen „Gang der Analyse“, und neben diesen Schriften, welche den Stoff in der Weise darbieten, die der betreffende Dozent für die am meisten geeignete hält, existiert noch eine erkleckliche Anzahl von solchen, welche, wie die vorliegende, für den Unterricht an höheren Schulen bestimmt sind. Neues auf diesem Gebiete zu bieten, dürfte schwierig sein, und der Referent hat bei Durchsicht des Buches nichts entdecken können, wodurch sich dasselbe nach dieser Richtung von anderen Leitfäden gleicher Art unterscheidet, es müßte denn der vom Verf. gemachte Versuch sein, im Sinne der elektrolytischen Dissociationstheorie die Reaktionen in wässrigen Lösungen als Ionenreaktionen darzustellen. So berechtigt diese Auffassung nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft ohne allen Zweifel ist, so dürften doch Bedenken darüber entstehen, ob es möglich ist, den Schülern unserer höheren Lehranstalten auf der Stufe, auf welcher sie ihre ersten Übungen in der Analyse beginnen, den doch immerhin nicht leicht falsbaren Begriff der Ionen mit genügender Klarheit auseinanderzusetzen. Zudem ist der Verf. selbst in der Anwendung dieses Begriffs sehr wenig consequent. Die Bezeichnung Ion erscheint zum ersten Male, nachdem das analytische Verhalten der Säuren besprochen ist, bei dem Ammoniumchlorid (S. 31) und wird dann weiter bei den Alkalimetallen benutzt. Bei den darauf folgenden alkalischen Erdmetallen verschwindet er wieder, um bei den Schwermetallen in bunter Reihe bald benutzt zu werden, bald nicht. Enthält denn die wässrige Lösung des Baryum- und Strontiumchlorids keine Ionen? Und warum ist der Begriff, wenn er einmal benutzt werden sollte, nicht gleich beim ersten Beispiel, bei der Salzsäure nämlich, zur Anwendung gebracht worden, bei der gerade auf das ganz verschiedene Verhalten des Chlorions gegenüber dem des nicht mit einer elektrischen Ladung behafteten freien Chloratoms hätte hingewiesen werden können? Ubrigens ist es ganz ungewöhnlich, die Anzahl von positiven oder negativen Ladungen, welche den Ionen zukommen, durch eine entsprechende Anzahl von + und - Zeichen anzuzeigen, die unter das Symbol des Elementes gesetzt sind, wie es S. 51 beim Mangan, oder S. 43 beim Aluminium geschehen ist. Die Bezeichnung $Mn(OH)_2$ hat gar keinen Sinn, man schreibt Mn^{++} und $(OH)^-$ oder Mn^{++} und OH^- . Wenig verständlich ist auch der Satz S. 51: Die hydroxylierten Manganverbindungen, in deren Molekül die elektropositiven Atome vorherrschen, sind Basen, z. B. $Mn(OH)_2$ und $Mn(OH)_3$; ist dagegen die Zahl der elektronegativen Atome größer, als die

der positiven, so sind die Verbindungen Säuren, z. B. H_2MnO_4 und $HMnO_4$. Die einzelnen Elemente können nicht wohl gemeint sein, denn die Existenz von Sauerstoffionen ist zweifelhaft, wenn sie auch in einer neueren Arbeit von Glaser (*Zchr. f. Elektrochem.* **4**, 1898) angenommen wird. Außerdem ist aber überhaupt nicht die Natur der Ladung, welche das einzelne Atom bei der Ionisierung erfahren kann, sondern die Art und Weise, wie die Spaltung in die Ionen stattfindet, maßgebend dafür, ob eine Verbindung als Säure oder als Basis zu betrachten ist: die erstere spaltet Wasserstoff, die letztere Hydroxylionen ab. Der Verf. scheint dies auch selbst mittels der Zeichen + und —, die er verwendet (s. o.), anzudeuten. Dann trifft aber die Erklärung nicht zu, da die Mangansäure zwei positiv geladene (Wasserstoff) Ionen und ein negatives Ion (MnO_4) abspaltet, das basische Manganhydroxyd dagegen nur ein positiv geladenes Ion (Mn) und zwei negative Hydroxylionen. Derselbe Satz kehrt dann S. 57 bei den Chromverbindungen wieder.

Im einzelnen geht der Verf. nach Ansicht des Referenten bei Angabe der Reaktionen für Schulzwecke entschieden zu weit. Wir kennen die Art der Stoffverteilung an schweizerischen Schulen — der Verf. ist Professor an der Kantonschule in St. Gallen — nicht; für deutsche, insbesondere preussische höhere Lehranstalten hat aber die Anwendung von Reagentien wie des Diphenylamins auf Salpetersäure, der Rosolsäure zum Nachweis der Bikarbonate im Wasser u. a., ebenso die Anwendung der Strukturformeln, sowohl vieler anorganischer, als namentlich der organischen Verbindungen keinen Zweck, weil die Schüler, für welche dies Buch bestimmt, weder die erwähnten Reagentien kennen, noch in genügender Weise für das Verständnis der Strukturformeln vorbereitet sind. Dasselbe gilt von einigen der nach den Vorschriften des dritten Teiles anzufertigenden Präparate. Was sollen Schüler mit der Phenylhydrazinreaktion auf *d*-Glukose (der Verf. schreibt ungenau Glukose) anfangen? Oder meint der Verf. wirklich, dafs es möglich sei, bei der beschränkten Zeit, die dem chemischen Unterricht zur Verfügung steht, das Verständnis der Osone (die Osone fehlen merkwürdigerweise) in den Köpfen 18-jähriger Primaner erwecken zu können? Nebenbei bemerkt ist die Strukturformel, welche der Verf. der *d*-Glukose giebt, nicht einmal richtig, insofern als die von ihm gewählte Schreibweise



in Lehrbüchern der organischen Chemie zugleich die räumliche Anordnung in den mittelständigen $CH(OH)$ -Gruppen veranschaulicht, und diese ist bei der *d*-Glukose jedenfalls eine andere, als sie die mitgeteilte, vielleicht für die Galaktose passende Formel zum Ausdruck bringt.

Auf Einzelheiten einzugehen, verbietet der ohnedies schon über Gebühr in Anspruch genommene Raum. Nur gegen eines muß der Referent mit aller Entschiedenheit bei einem Schulbuch Widerspruch erheben, nämlich gegen die mißbräuchliche Anwendung der chemischen Symbole und Formeln als Abkürzungen für Worte. Der Schüler soll sich jederzeit vergegenwärtigen, dafs O und H_2SO_4 nicht schlechthin Sauerstoff und Schwefelsäure, sondern ein Verbindungsgewicht (oder ein Atom) Sauerstoff und ein Verbindungsgewicht (oder eine Molekel) Schwefelsäure bedeuten, und er muß darauf hingewiesen werden, dafs Schreibweisen wie $0,8497$ g KNO_2 (S. 17) oder gar „der höheren Oxydationsstufe des Fe's“ (S. 49) widersinnig und darum unstatthaft sind. Geschieht dies nicht, so ist der ganzen chemischen Zeichensprache der Boden entzogen. Auch die Bezeichnung $N-HNO_3$ für Normalsalpetersäure (was Normalsäuren sind, hätte in einem auch für den Selbstunterricht bestimmten Buch doch irgendwo erklärt werden müssen) ist ungebräuchlich und irreführend, da N das Symbol des Stickstoffs ist und der wagrechte Strich als Zeichen für die gegenseitige Bindung zweier Atome benutzt wird.

Nach allem kann der Verf. sich nicht entschließen, das Buch zum Gebrauch bei den praktischen Arbeiten im Laboratorium an höheren Lehranstalten zu empfehlen. H. Böttger.

Methodischer Leitfaden für den einheitlichen Unterricht in Mineralogie und Chemie an höheren Schulen. Von W. Zopf, Prof. a. Realgymnasium zum heiligen Geist in Breslau. Dritte Stufe: Fortsetzung der methodischen Chemie und systematische anorganische Chemie. Breslau 1898. J. U. Kern. XVI u. 198 S. M. 2,20.

Die Eigentümlichkeiten und Vorzüge dieses methodischen Lehrbuches wurden bereits bei der Besprechung der beiden ersten Stufen (ds. Zeitschr. **IX** 44) näher gekennzeichnet, die vorliegende dritte Stufe, welche die unorganische Chemie zum Abschluss bringt, zeigt im ganzen das Gepräge der beiden früheren. Sie zerfällt in zwei Hauptteile und einen Anhang. Der I. Teil „Erweiterungen

des methodischen Lehrganges“ (Seite 1—86) behandelt in 10 Kapiteln den Schwefelwasserstoff und sein Verhalten zu den Salzen, Neues über das Ammoniak, Kohlenwasserstoff und Kieselwasserstoff, Erweiterung der Lehre von den *O*-Säuren, -Basen und -Salzen, Sulfo-Salze, -Basen und -Säuren, partielle Reduktionen der Säuren und Salze — Spaltung im Rest —, zusammengesetzte Säure-Radikale, das Cyan und in Kapitel 9 und 10 Theoretisches. In diesem ersten Teile tritt hinsichtlich der methodischen Behandlung der Anschluß an die Arendtschen methodischen Lehrbücher ebenso hervor wie in den beiden früheren Stufen — im besonderen ist dabei die Bearbeitung eine durchaus selbstständige, wie namentlich in den beiden letzten Kapiteln hervortritt. Der II. Teil, „Die systematische unorganische Chemie als Ergebnis des gesamten Lehrganges“ (Seite 87—172), behandelt 39 Grundstoffe, die in Nichtmetalle und Metalle nicht geschieden werden. Versuche sind in diesem systematischen Teil nicht mehr angegeben, doch wird auf die früher vorgenommenen vielfach verwiesen, es handelt sich vielmehr um eine übersichtliche Aufzählung der einzelnen Elemente nach „Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften“, worauf die „Verbindungen“ angeschlossen werden. Ein „Anhang“ (Seite 173—198) enthält noch Ausführungen über Analyse und Technologie.

Auch in dieser „III. Stufe“ des Leitfadens haben wir es mit einer sorgfältig durchgeführten Arbeit zu thun, doch dürfen einige Mängel nicht unerwähnt bleiben. Hier, wo es sich um das tiefere Eindringen in technologische Prozesse handelt, tritt der Mangel jeglicher Abbildung noch stärker hervor als auf den früheren Stufen. Auch bei den Versuchsbeschreibungen vermißt man sie, denn der Schüler ist angesichts der vielen Verweisungen auf frühere Versuche genötigt, den ganzen Text noch einmal durchzugehen, während sonst oft ein Blick auf die Figur genügen würde. Ferner ist die neuere Entwicklung der Chemie nicht genügend berücksichtigt, auch hinsichtlich verschiedener technischer Anwendungen. So sucht man im Text wie im Register vergeblich nach Calciumcarbid, Karborund, Verflüssigung der Luft (bei den Elementargasen finden sich nur die älteren Daten über Verflüssigung), Gasglühlicht (Thor und Cer sind nur einmal dem Namen nach erwähnt), u. a. m. Auch die Ausführungen über das Aluminiummetall sind unzureichend, überhaupt ist die neuere elektrolytische Darstellung der Metalle fast gar nicht berücksichtigt. Dafs Stickstoffwasserstoffsäure nicht erwähnt ist, mag hingehen, doch unrichtig sind die Sätze (Seite 115) „Aller *C* ist unschmelzbar und nicht flüchtig“, „Diamant ist bis jetzt nicht künstlich darstellbar“.

Nichtsdestoweniger sei auch diese III. Stufe des Leitfadens der Beachtung empfohlen. *O.*

Atomgewichtstabelle für die Zwecke der praktischen Chemie.

Seitens einer im Kaiserlichen Gesundheitsamt tagenden Commission analytischer Chemiker war der Deutschen Chemischen Gesellschaft seiner Zeit die Anfrage vorgelegt worden, welche Atomgewichte den praktisch-analytischen Rechnungen zu Grunde zu legen seien. Die infolge dieser Anregung gewählte, aus den Mitgliedern H. LANDOLT, W. OSTWALD, K. SEUBERT bestehende Commission gelangte nach längeren Vorarbeiten einstimmig zu folgenden Vorschlägen.

I. Als Grundlage für die Berechnung der Atomgewichte soll das Atomgewicht des Sauerstoffs gleich 16,000 angenommen werden, und die Atomgewichte der anderen Elemente sollen auf Grund der unmittelbar oder mittelbar bestimmten Verbindungsverhältnisse zum Sauerstoff berechnet werden.

II. Als Atomgewichte der Elemente werden für den Gebrauch der Praxis folgende zur Zeit wahrscheinlichste Werte vorgeschlagen: (siehe nebenstehende Tabelle.)

Zu der Tabelle ist folgendes zu bemerken: Die Zahlen sind im allgemeinen nur mit so viel Stellen gegeben, dafs noch die letzte als sicher angesehen werden kann. Das Atomgewicht des Kobalts liegt ziemlich sicher bei 59,0, und die mögliche Abweichung von diesem Werte ist nicht gröfser als $\pm 0,2$. Das Atomgewicht des Nickels ist sicher kleiner als das des Kobalts, doch darf der Wert 58,7 auch nur auf $\pm 0,2$ als verbürgt angesehen werden. Um nun nicht durch die Abrundung auf 59 den Anschein zu erwecken, dafs Nickel das gleiche Atomgewicht habe wie Kobalt, wurde für ersteres als wahrscheinlichstes Atomgewicht $Ni = 58,7$ angegeben. Bezüglich Wismuth und Zinn ist ähnliches zu bemerken; die wahren Atomgewichte liegen wahrscheinlich näher an den angegebenen auf 0,5 endenden Werten als an den nächstliegenden ganzen Zahlen, während sie doch nicht auf 0,1 sicher sind. Für Wasserstoff ist der Wert 1,008 als auf 0,001 sicher zu betrachten. Doch ist mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis die Abrundung auf 1,01 als zulässig erachtet worden, da sie nur einen Fehler von $\frac{1}{5}\%$ bedingt. Die Elemente, deren Namen mit einem Fragezeichen (?) versehen wurden, sind mit Unsicherheiten entweder hinsichtlich ihrer Homogenität oder bezüglich ganzer Einheiten ihrer Atomgewichtswerte behaftet.

Aluminium	Al	27.1	Nickel	Ni	58.7
Antimon	Sb	120	Niobium	Nb	94
Argon (?)	A	40	Osmium	Os	191
Arsen	As	75	Palladium	Pd	106
Baryum	Ba	137.4	Phosphor	P	31.0
Beryllium	Be	9.1	Platin	Pt	194.8
Blei	Pb	206.9	Praseodym (?)	Pr	140
Bor	B	11	Quecksilber	Hg	200.3
Brom	Br	79.96	Rhodium	Rh	103.0
Cadmium	Cd	112	Rubidium	Rb	85.4
Caesium	Cs	133	Ruthenium	Ru	101.7
Calcium	Ca	40	Samarium (?)	Sa	150
Cerium	Ce	140	Sauerstoff	O	16.00
Chlor	Cl	35.45	Scandium	Sc	44.1
Chrom	Cr	52.1	Schwefel	S	32.06
Eisen	Fe	56.0	Selen	Se	79.1
Erbium (?)	Er	166	Silber	Ag	107.93
Fluor	F	19	Silicium	Si	28.4
Gallium	Ga	70	Stickstoff	N	14.04
Germanium	Ge	72	Strontium	Sr	87.6
Gold	Au	197.2	Tantal	Ta	183
Helium (?)	He	4	Tellur	Te	127
Indium	In	114	Thallium	Tl	204.1
Iridium	Ir	193.0	Thorium	Th	232
Jod	J	126.85	Titan	Ti	48.1
Kalium	K	39.15	Uran	U	239.5
Kobalt	Co	59	Vanadin	V	51.2
Kohlenstoff	C	12.00	Wasserstoff	H	1.01
Kupfer	Cu	63.6	Wismuth	Bi	208.5
Lanthan	La	138	Wolfram	W	184
Lithium	Li	7.03	Ytterbium	Yb	173
Magnesium	Mg	24.36	Yttrium	Y	89
Mangan	Mn	55.0	Zink	Zn	65.4
Molybdän	Mo	96.0	Zinn	Sn	118.5
Natrium	Na	23.05	Zirconium	Zr	90.6
Neodym (?)	Nd	144			

Bei der Besprechung der zu wählenden Atomgewichtsbasis sowie anderer Fragen sind von den Mitgliedern der Commission folgende, hier auszugsweise wiedergegebene Gesichtspunkte herausgehoben worden:

Von W. OSTWALD: Wie allseitig zugegeben, kann es sich nur um eine Wahl zwischen Sauerstoff und Wasserstoff handeln. Während Dalton aus dem Grunde den Wasserstoff als Einheit wählte, weil er das kleinste der bekannten Atomgewichte besitzt, ging Berzelius, der weit sorgfältiger als Dalton sich um die Feststellung der relativen Zahlenwerte bemühte, alsbald dazu über, diese Stelle dem Sauerstoff zu übertragen, indem er das Atomgewicht des Sauerstoffs als willkürlich festzustellende Ausgangszahl gleich 100 setzte, nachdem er die Zahlen 1 oder 10 (welch letztere Wollaston vorgeschlagen hatte) wegen unzumessiger Kleinheit verworfen hatte. Es kam hierbei bereits zur Geltung, daß der Grund- oder Ausgangswert der Atomgewichte keineswegs notwendig gleich 1 gesetzt zu werden braucht, sondern daß man an Stelle der Einheit eine andere, aus bestimmten Gründen vorzuziehende Zahl benutzen kann. Später kehrte man wohl wesentlich auf die Anregung von Laurent und Gerhardt zu der Dalton'schen Einheit zurück. Bei den verdienstvollen Neuberechnungen der Atomgewichte, welche Lothar Meyer und K. Seubert unter Benutzung des ganzen vorhandenen Beobachtungsmateriales vorgenommen und im Jahre 1883 veröffentlicht hatten, führten dieselben das Verhältnis $O : H = 15,96 : 1$ ein, welches auf die Versuche von Dumas sowie Erdmann und Marchand über die Zusammensetzung des Wassers, und ferner auf die Gaswägungen von Regnault sich gründete. Die auf der Zahl $O = 15,96$ basirenden Atomgewichte der Elemente gelangten durch die Tabelle von L. Meyer und K. Seubert zu großer Verbreitung und haben sich in vielen Lehrbüchern bis zum heutigen Tage erhalten.

Gegenwärtig, wo sich die Unrichtigkeit des Verhältnisses 1 : 15,96 durch die übereinstimmenden Ergebnisse verschiedener Forscher herausgestellt hat, scheint der richtige Augenblick gekommen, den eingetretenen Nachteil zu beseitigen. Zwar ist eingewendet worden, daß die neue Zahl 1 : 15,879 bis auf etwa 0,002 Einheiten sicher bestimmt ist und daher eine Genauigkeit besitzt, welche die der meisten Atomgewichtsverhältnisse übertrifft; doch wird dadurch der prinzipielle Fehler in der Definition nicht beseitigt. Außerdem stellt jenes Ergebnis das Äußerste an Genauigkeit dar, was für die nächsten Decennien zu erreichen ist, während viele andere Verhältnisse schon jetzt mit einem geringeren relativen Fehler bestimmt werden können. Es liegt dies in den ganz besonders großen, technischen Schwierigkeiten, die gerade der Ermittlung des Verhältnisses O : H anhaften. Man darf mit Sicherheit voraussagen, daß auch die künftige Entwicklung der messenden Chemie an diesem Umstande nichts Wesentliches ändern wird. So wird es immer viele Atomgewichtsverhältnisse geben, die genauer gemessen werden können als das Verhältnis O : H, und der prinzipielle Fehler würde sich immer wieder geltend machen, wenn man versuchen wollte, von der Grundlage $H = 1$ auszugehen.

Von K. SEUBERT: Im Prinzip erscheint die Beziehung der Atomgewichte auf das kleinste derselben, das des Wasserstoffes, als Einheit als das Richtigeste und Natürlichste. Andererseits ist zuzugeben, daß das Verhältnis zwischen den Atomgewichten des Sauerstoffes und Wasserstoffes, auf das bei der Umrechnung der übrigen Atomgewichte auf $H = 1$ fast ohne Ausnahme zurückgegriffen werden muß, nicht mit absoluter Genauigkeit bestimmt werden kann, und daß hierdurch auch in die übrigen Atomgewichtswerte eine Unsicherheit hineingetragen wird. Praktisch ist dieselbe jedoch ohne Bedeutung, da das gegenseitige Verhältnis der übrigen Atomgewichte dadurch fast in keinem Falle geändert wird. — Der von Morley ermittelte Wert O : H = 15,879 : 1 kann als so genau und sicher bestimmt gelten, daß eine Abänderung desselben auf Grund neuer, zuverlässigerer Versuche für eine Reihe von Jahren nicht vorzunehmen sein wird. Gegenüber der mitunter vertretenen Ansicht, daß die Beziehung der Atomgewichte auf dasjenige des Sauerstoffes = 16 historisch begründet sei, muß mit Bestimmtheit darauf hingewiesen werden, daß die älteste Beziehung der sogen. Äquivalentgewichte diejenige auf $H = 1$ war, und daß erst später und vorübergehend der Sauerstoff als Maßstab gewählt wurde, aber auch dann nicht als 16, sondern als 10, und, als dies bald als unzweckmäßig verlassen wurde, als 100. Die Rückkehr zu O = 8 und später = 16 bedeutete aber in Wahrheit nichts anderes als ein Zurückgreifen auf die alte Einheit, den Wasserstoff. Auch heute noch ist die Norm O = 16 nur im Hinblick auf den Wasserstoff als Einheit verständlich.

Für manche Betrachtungen theoretischer Art, bei denen es darauf ankommt, das Verhältnis der Masse der Atome zu ihrer natürlichen Basis, der Masse des Wasserstoffatoms, möglichst deutlich zum Ausdruck zu bringen, dürfte auch ferner die Beziehung der Atomgewichte auf den Wasserstoff als Einheit (unter Benutzung des Morleyschen Wertes O : H = 15,879 : 1) den Vorzug verdienen.

Für die Praxis freilich sind die auf $H = 1$ bezogenen Werte insofern etwas unbequem, als die am häufigsten in stöchiometrischen Berechnungen in Multipeln vorkommenden Atomgewichte hier mit Dezimalen behaftet erscheinen, während sie bei der Beziehung auf O = 16 entweder genau oder doch mit erheblich geringeren Fehlern durch ganze Zahlen ausgedrückt werden können. Es gilt dies vor allem vom Sauerstoff selbst, ferner vom Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Eisen, Natrium u. a. m. Eine Abrundung der Werte, soweit sich diese mit der Anforderung an Genauigkeit noch verträgt, erscheint wünschenswert; so läßt sich namentlich der unbequeme Wert $H = 1,008$ ohne nennenswerten Fehler auf 1,01 abrunden. Durch die thunlichste Beschränkung auf die sicher verbürgten Stellen werden Abänderungen in der Tabelle voraussichtlich nicht häufig vorzunehmen sein, was im Interesse der Anwendung derselben in der Praxis liegt.

Von H. LANDOLT: Um dem mehrfach gehörten Bedenken entgegenzutreten, daß durch das Abgehen von der bisher gewohnten Wasserstoffeinheit Schwierigkeiten, namentlich in Bezug auf den chemischen Unterricht entstanden, ist hervorzuheben, daß der Wasserstoff nach wie vor die formelle Grundlage bei der Besprechung der Lehre von den Atom- und Molekular-Gewichten bleibt. Sodann ist aber zu bemerken, daß praktische Gründe (der Umstand, daß die Atomgewichte der meisten Elemente aus ihren Sauerstoffverbindungen abgeleitet werden und ferner die nicht völlige Sicherheit über das Verhältnis von O : H) dazu geführt haben, als Rechnungsbasis nicht mehr $H = 1$ zu wählen, sondern das willkürlich auf die ganze Zahl 16 abgerundete Atomgewicht des Sauerstoffes. Der Zweck dieser Änderung ist, die direkt aus den Oxyden abgeleiteten Atomgewichte nicht durch die unsichere Umrechnung auf die Basis $H = 1$ zu entstellen. Eine derartige Darlegung der Sache dürfte wohl schon beim elementaren Unterricht gegeben werden können.

Für die Aufstellung einer allgemein adoptierten Atomgewichtstabelle liegt ein dringendes Bedürfnis vor, indem die gegenwärtig in den verschiedenen chemischen Werken vorkommenden Zahlen

nicht nur bezüglich der Einheit von einander abweichen, sondern auch, gleiche Basis vorausgesetzt, häufig bei ein und demselben Elemente. In Deutschland sind bekanntlich einerseits die Atomgewichtstafeln von L. Meyer und K. Seubert, andererseits die Ostwaldschen im Gebrauch, während in Amerika die alljährlich von F. W. Clarke im Namen der Atomgewichts-Commission der Vereinigten Staaten herausgegebenen Tabellen Verbreitung gefunden haben. Infolge dieser Sachlage ist eine Unsicherheit eingetreten, welche namentlich bei Analysenberechnungen in manchen Fällen zu erheblichen Übelständen führen kann.

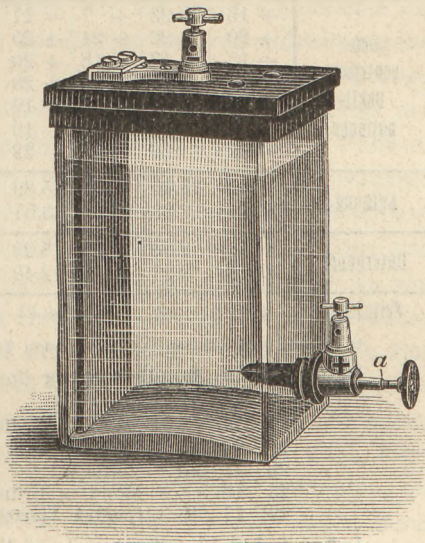
Man darf wohl hoffen, daß die von der Commission aufgestellte Atomgewichtstabelle wenigstens in Deutschland allgemeine Annahme finden wird. (*Berichte der D. Chem. Gesellsch.* XXXI, Heft 16, S. 2761.)

Mitteilungen aus Werkstätten.

Elektrolytischer Unterbrecher nach Dr. A. Wehnelt (D. R. P. a.)¹⁾.

Von Ferdinand Ernecke, Berlin S.W., Königgrätzerstr. 112.

Der elektrolytische Unterbrecher besteht aus einem viereckigen, mit einem durchlöcherten Hartgummi-Deckel versehenen Glastrog, in welchem seitwärts ein durchbohrtes Isolationsstück zur Aufnahme des von außen regulierbaren Platinstiftes säuredicht eingeschraubt ist. Durch eine Metallschraube mit Hartgummikordel kann der Platinstift aus seiner isolierenden Hülse vorgeschoben werden. Die Strecke, um welche der Platinstift aus dem Isolationsstück jeweilig in die Säure hineinreicht, also die wirksame Länge desselben, kann an einer auf der Stange eingeritzten kurzen Millimeterteilung abgelesen werden. Bei der Nullstellung fällt der Nullstrich mit der Kante des Ansatzröhrchens *a* zusammen. Die Klemme auf dem Deckel des Troges ist mit der Blei-Kathode verbunden. Das Gefäß wird mit verdünnter Schwefelsäure von 20—25° B ϵ . bis etwa fingerbreit unter dem Rand gefüllt. Zur Füllung genügt eine Mischung von 1400 ccm Wasser und 290 ccm Schwefelsäure. Zum Betriebe wird die seitliche untere Klemme mit dem positiven Pole der Stromquelle verbunden; zwischen die andere Klemme und den negativen Pol der Stromquelle wird die primäre Rolle des Induktors geschaltet. Die Einstellung der Stromstärke geschieht, wie schon erwähnt, durch Verschieben des Platinstiftes mit Hilfe der seitlichen Hartgummikordel. Man beginnt zunächst mit der geringsten Stromstärke, bei welcher der Unterbrecher überhaupt anspricht, und erst allmählich steigert man den Effekt durch Vergrößern der Stromstärke und, falls die Bauart des Induktors einen induktiven Vorschaltwiderstand nötig macht, auch durch successives Ausschalten desselben. Wie neuerdings d'Arsonval gezeigt hat, eignet sich der Unterbrecher auch ohne weiteres zum Betrieb mit Wechselstrom, wobei der Induktor genau wie mit Gleichstrom arbeitet.



Der Preis des Unterbrechers in der beistehend abgebildeten Ausführung beträgt 48 M.

Correspondenz.

Ferienkurse in Greifswald. Die Universität Greifswald veranstaltet vom 16—18 Juli d. J. dreiwöchentliche Ferienkurse für weitere Kreise der Gebildeten und aus verschiedenen Wissenschaftsgebieten. Für die Leser dieser Zeitschrift von Interesse sind besonders: Experimentalvorträge über Elektrizität und Magnetismus von Prof. Dr. Richarz (2st. wöchentlich) und Übungen im Experimentieren mit physikalischen Unterrichtsapparaten, abgehalten von Dr. Ziegler und Dr. Starck unter Leitung von Prof. Dr. Richarz. Außerdem Vorlesungen über Sprachphysiologie, deutsche Sprache und Litteratur, Englisch, Französisch, Religion, Geschichte, Geographie, Botanik. Der Preis einer Vollkarte für sämtliche Vorlesungen und Übungen beträgt 20 M. Prospekte sind durch die Universitätskanzlei zu beziehen.

¹⁾ Man vergleiche auch den Bericht in diesem Heft S. 173.

Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1899.

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

Monatstag	Juni						Juli						
	4	9	14	19	24	29	4	9	14	19	24	29	
Heliocentrische Längen.	21°	50	81	112	140	164	185	203	219	233	247	261	♃
	6	14	22	30	38	46	54	62	70	78	86	94	♀
	254	258	263	268	273	277	282	287	292	297	301	306	♂
	179	181	183	186	188	190	192	195	197	199	202	204	♂
	218	219	219	219	220	220	221	221	221	222	222	223	♂
	260	260	260	261	261	261	261	261	261	262	262	262	♂
Anfst. Knoten. Mittl. Länge.	270	270	270	270	269	269	269	268	268	268	268	267	☾
	23	89	155	220	286	352	58	124	190	256	322	28	☾
Geocentrische Rektascensionen.	25	92	152	210	286	356	61	126	182	247	324	31	☾
	59	70	82	94	105	116	125	133	140	145	150	153	♀
	44	50	56	62	69	75	83	88	95	101	108	115	♂
	72	77	83	88	93	98	103	108	114	119	124	128	♂
	146	149	152	154	157	160	162	165	168	170	173	175	♂
	209	209	209	209	209	209	209	209	209	209	210	210	♂
	260	260	259	259	259	258	258	258	257	257	257	♂	
Geocentrische Deklinationen.	+ 15	+ 23	+ 7	- 17	- 21	+ 4	+ 23	+ 16	- 6	- 24	- 10	+ 17	☾
	+ 20	+ 22	+ 24	+ 25	+ 25	+ 23	+ 21	+ 19	+ 16	+ 13	+ 11	+ 9	♀
	+ 15	+ 17	+ 18	+ 20	+ 21	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	♂
	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19	♂
	+ 15	+ 14	+ 13	+ 12	+ 11	+ 10	+ 9	+ 7	+ 6	+ 5	+ 4	+ 2	♂
	- 11	- 11	- 10	- 10	- 10	- 10	- 11	- 11	- 11	- 11	- 11	- 11	- 11
	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 22	- 21	- 21	♂
Aufgang.	15 ^h 42 ^m	15.40	15.39	15.39	15.40	15.43	15.46	15.51	15.57	16.3	16.10	16.18	☉
	13 ^h 40 ^m	17.28	23.7	3.57	9.12	11.4	13.27	18.40	23.12*	5.17	8.31	10.17	☾
Untergang.	8 ^h 13 ^m	8.18	8.21	8.23	8.24	8.24	8.22	8.19	8.15	8.9	8.3	7.55	☉
	4 ^h 22 ^m	9.27	11.17	12.48	17.50	24.53	5.45	8.50	10.9	12.47	19.45	1.16	☾
Zeitglch.	- 1m 57s	- 1.2	- 0.1	+ 1.3	+ 2.7	+ 3.9	+ 4.7	+ 4.57	+ 5.36	+ 6.3	+ 6.16	+ 6.15	☉

*) Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Juni 7 19 ^h 20 ^m Neumond	Juli 7 9 ^h 31 ^m Neumond
12 16 Mond in Erdferne	10 5 Mond in Erdferne
15 22 46 Erstes Viertel	15 12 59 Erstes Viertel
23 3 20 Vollmond	22 10 42 Vollmond
24 18 Mond in Erdnähe	23 1 Mond in Erdnähe
29 17 45 Letztes Viertel	29 1 42 Letztes Viertel

Aufgang der Planeten. Juni 15 ♀ 15^h 34^m ♀ 14.26 ♂ 21.33 ♃ 3.14 ♄ 7.44

Juli 16 18.27 14.33 21.6 1.13 5.31

Untergang der Planeten. Juni 15 8.34 6.4 11.47 13.29 15.44

Juli 16 9.19 7.15 10.12 11.27 13.33

Constellationen. Juni 5 15^h ♀ ☾ ☾; 7 2^h ♀ ☾ ☾; 7 partielle Sonnenfinsternis, s. unten; 11 3^h ♄ ☾ ☾; 13 23^h ♂ ☾ ☾; 14 8^h ♀ obere ☾ ☾; 18 22^h ♃ ☾ ☾; 21 5^h ☉ im Krebszeichen, Sommer-Sonnenwende; 22 8^h ♄ ☾ ☾; 23 Mondfinsternis, s. unten; 27 17^h ♃ ☾ ☾. — Juli 3 22^h ♂ im Aphelium; 5 16^h ♀ ☾ ☾; 9 16^h ♀ ☾ ☾; 12 16^h ♂ ☾ ☾; 16 7^h ♃ ☾ ☾; 19 15^h ♄ ☾ ☾; 22 0^h ♀ in größter östlicher Elongation von 27°; 24 2^h ♃ ☾ ☾.

Finsternisse. Die partielle Sonnenfinsternis beginnt Juni 7 17^h 41^m, 0 in 353° östl. L. v. Gr. und 45° n. Br.; sie endigt 21^h 26^m, 7 in 170° + 45°. In Berlin beginnt sie 17^h 48^m, 4 und endigt 18^h 47^m, 5. — Die totale Mondfinsternis Juni 23 fällt für Deutschland in die Nachmittagsstunden und ist deshalb unsichtbar.

Jupitermonde. Juni 7 11^h 55^m I A; 16 10^h 25^m II A; 23 10^h 13^m I A. — Juli 9 8^h 31^m I A; 13 9^h 27^m III E; 10^h 54^m III A; 16 10^h 25^m I A; 18 7^h 58^m II E; 10^h 13^m II A; 25 10^h 35^m II E, A nach Untergang des ♃.

Veränderliche Sterne. Trotz des in der vorigen Nummer erwähnten ungünstigen Umstandes sind einzelne Veränderliche gut zu beobachten, besonders β, R Lyrae, η Aquilae, α, δ Herculis, während die Sterne in Cephens und Cassiopeia dem nördlichen Dämmerlichte zu nahe gerückt sind.

J. Pfaffmann, Münster.