

**Zeitschrift**  
für den  
**Physikalischen und Chemischen Unterricht.**

XI. Jahrgang.

Viertes Heft.

Juli 1898.

**Über die Analogieen zwischen den elektrischen und  
den Wärme-Vorgängen.**

Von

N. A. Heselus, Professor am Technologischen Institut zu St. Petersburg.

1. Die Ähnlichkeit und die Verschiedenheit zwischen beiden Arten von Erscheinungen. W. THOMSON (LORD KELVIN) lenkte schon im Jahre 1842 die Aufmerksamkeit auf die Ähnlichkeit zwischen den Formeln der Elektrostatik und der Wärmeleitung. Und bis heute benutzt man jede Gelegenheit, um bei der Darstellung der elektrischen Vorgänge die Ähnlichkeit zwischen einigen von ihnen und den entsprechenden Wärmevorgängen hervorzuheben. Die Durchführung der Analogie zwischen einer Reihe von Vorgängen, die man kennen lernen, erklären und mit geringster Arbeit des Gedächtnisses sich aneignen soll, und einer anderen Reihe von Vorgängen, die an und für sich einfacher, alltäglicher und jedem bekannter sind, ist gewiss erlaubt und nützlich. Es ist aber nötig, daß eine solche Analogie bis zu Ende durchgeführt werde, damit nichts unklar oder wie absichtlich verschwiegen bleibt.

Eine solche Nichtzuendeführung der Darstellung elektrischer Vorgänge mit Hilfe analoger Wärme-Vorgänge ist unstreitig vorhanden.

Der Parallelismus zwischen dem elektrischen Potential und der Temperatur kann vollständig durchgeführt werden<sup>1)</sup>. Ebenso glatt geht auch alles bei der Vergleichung einiger anderer Größen und Vorgänge (Verteilung der Isopotentialen und Isothermen, die Elektrizitäts- und Wärmeleitung u. dgl.). Die erste Nichtübereinstimmung tritt aber schon bei zwei einfachen Begriffen: bei der elektrischen und bei der Wärmekapazität hervor. Die Definition dieser beiden Größen ist die gleiche: es ist die Menge der Elektrizität (oder der Wärme), die notwendig ist zur Veränderung des Potentials (oder der Temperatur) des Körpers um die Einheit (oder 1<sup>0</sup>). Die Bedeutung dieser Größen und ihre Eigenschaften sind indessen ganz verschieden. Die Wärmekapazität hängt von der Art des Materials und der Masse des Körpers ab; dagegen ist die Elektrokapazität weder vom Material noch von der Masse abhängig, sondern nur von der Größe und der Form der Oberfläche des Körpers und von der Anwesenheit anderer Körper in der Nähe; für die Wärmekapazität hat dieser letztere Umstand gar keine Bedeutung. Ein solcher scharfer Unterschied zwischen den offenbar gleichartigen Größen wird unwillkürlich als wesentlicher Unterschied zwischen den Ursachen der beiden Erscheinungsgruppen aufgefaßt. Sofort erinnert man sich an den wesentlichen Unterschied zwischen der Wärme und der Elektrizität: die Wärme durchdringt den ganzen Körper, die Elektrizität aber befindet sich nur auf seiner Oberfläche. — In Wirklichkeit aber giebt es in dem gegebenen Falle keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Vorgängen; der Widerspruch ist nur

<sup>1)</sup> Vgl. auch Poske, d. Zeitschr. III, 161 u. 311.

ein scheinbarer und erklärt sich einfach dadurch, daß die Definitionen der Wärme und Elektrizität (als Quantitäten) unter sich unvergleichbar sind.

2. Die Definition der Quantität der Elektrizität. Um den erwähnten Widerspruch aufzuklären, wollen wir sehen, was man eigentlich unter der Quantität von Elektrizität versteht. Wir können über die Elektrisierung eines Körpers nur nach seinen äußerlichen Wirkungen urteilen, nämlich nach den Veränderungen, die er in dem umgebenden Dielektrikum (z. B. Luft) hervorbringt oder, mit anderen Worten, durch das von ihm hervorgerufene elektrische Feld. Das Elektrometer, mit welchem das elektrische Feld untersucht wird, ist ein Differential-Apparat, denn es zeigt nur die Differenz zweier Potentiale an. Wenn alle seine Teile sich auf ein und demselben Potential befinden, so giebt es keine Anzeigen. Wenn wir uns vorstellen, daß vor das Elektrometer, dessen Umhüllung mit der Erde verbunden ist, wobei ihr Potential gleich Null ist, in gleiche Entfernungen von ihm abwechselnd zwei elektrisierte sphärische Körper gebracht werden, welche die gleichen Anzeigen des Elektrometers hervorrufen, so nehmen wir an, daß diese Körper eine gleiche Quantität von Elektrizität enthalten. Gleichzeitig von derselben Entfernung aus wirkend, rufen sie ein doppelt so großes Potential hervor. Auf diese Weise können wir über die Quantität der Elektrizität nach dem Potential urteilen, welches sie in einer bestimmten Entfernung, z. B. in der Einheit der Entfernung, hervorruft. Wenn man aber denselben elektrisierten Körper in ein anderes Dielektrikum versetzt, so werden sich die Anzeigen des Elektrometers verändern. Man muß also auch diesen Umstand berücksichtigen und einen besonderen Coefficienten einführen, der in dieser Beziehung das gegebene Dielektrikum charakterisiert. Wenn wir das Potential in der Entfernung Eins vom Mittelpunkt der elektrisierten Kugel durch  $u_1$  bezeichnen, die Dielektrizitäts-constante durch  $k$ , so können wir annehmen, daß das, was wir als Quantität der Elektrizität oder als elektrische Masse ( $m$ ) bezeichnen, nichts anderes ist als eine Größe, die diesem Potential  $u_1$  proportional ist. Wir können folglich annehmen, daß  $m = ku_1$  sei.

3. Elektro- und Wärmekapazität. Daraus ist ersichtlich, daß, wenn wir als Quantität der Wärme eine Größe annehmen, welche proportional der Temperatur in der Entfernung Eins ist, und wenn wir  $q = k't_1$  setzten, so würde eine vollständige Übereinstimmung hergestellt sein. In der That würde die Wärmekapazität in diesem Falle nicht von der Art des Materials und der Masse des Körpers abhängen, da alle Körper, wenn nur ihre Oberflächen und die Temperaturen gleich sind, in derselben Entfernung in dem umgebenden Medium ein und dieselbe Temperatur hervorrufen; und wenn die Temperaturen der Körper sich um  $1^\circ$  erhöhen, so wird auch die Temperatur in der Einheit der Entfernung von ihnen sich in derselben Weise verändern. Hieraus würden wir auch schließen, daß die Wärmekapazitäten dieser Körper die gleichen sind. Es ist ebenfalls augenscheinlich, daß ein und derselbe erwärmte Körper in verschiedenen Mitteln (Gasen, Flüssigkeiten) in der gleichen Entfernung ungleiche Temperaturen hervorrufen wird. Außerdem ist es begreiflich, daß die Gegenwart eines guten Leiters in der Nähe des Körpers eine andere Verteilung der Isothermenflächen hervorrufen wird und deshalb auch auf die äußere Temperatur, nach welcher wir über die Quantität der Wärme und der Wärmekapazität urteilen, wirken muß.

4. Die Verteilung der Elektrizität nur auf der äußeren Oberfläche. Die elektrischen Wirkungen und das Vorhandensein der Elektrizität überhaupt können sich nur durch Potentialdifferenzen bemerkbar machen. Wenn das Potential in einem

Raume, z. B. im Innern eines leitenden Körpers, constant ist, so werden wir in diesem Raum mit Hilfe eines Elektroskopes oder eines Probekügelchens keine Anzeigen erhalten. Die Apparate, die wir zur Untersuchung der Elektrizität benutzen, sind Differentialapparate. Das Probekügelchen, an die äußere Oberfläche des elektrisierten Körpers angelegt, zeigt sich nur deshalb selbst elektrisiert, weil es sich im elektrischen Felde befindet und auf diese Weise, infolge der Influenz, zwei entgegengesetzte Ladungen erlangt und eine von ihnen dem Körper übergibt. Wenn man aber das Probekügelchen in das Innere des Körpers einführt, wo das Potential constant ist, so ist es angeseheinlich, dafs nichts Ähnliches geschehen kann und dafs das herausgenommene Kügelchen keine elektrische Ladung zeigen wird. Dieser Versuch mit dem Probekügelchen zeigt uns also nur, dafs im Innern des Körpers das Potential wirklich constant sei und weiter nichts.

Wenn wir in der Lage wären, über die Menge der Wärme und über die Temperatur nur mit Hilfe einer Differential-Methode urteilen zu können, so würden wir, analog dem Vorhergehenden, durch den Versuch zu der Schlufsfolgerung gelangen, dafs die Wärme sich nur auf der äußeren Oberfläche verteilt, aber im Innern des Körpers nicht vorhanden sei. In der That, stellen wir uns vor, dafs wir ein kleines Differentialthermometer besitzen. Ein solches Thermometer wird jetzt die Probekugel des vorhergehenden Falles ersetzen. Wenn wir mit diesem Thermometer den erwärmten Körper von aussen berühren, so wird er, da er sich dabei in einem thermischen Felde befindet, in welchem die Temperatur an verschiedenen Stellen verschieden ist, auch die entsprechende Temperaturdifferenz anzeigen. Wenn man aber dieses Thermometer in das Innere des Körpers einführt, wo die Temperatur constant ist, so wird er nichts anzeigen.

Wir würden auf diese Weise vielleicht zu der Schlufsfolgerung gelangen, dafs es im Innern des Körpers keine Wärme giebt, wie wir unter analogen Verhältnissen schliessen, dafs es im Innern keine Elektrizität giebt.

5. Elektrische Induktion. Stellen wir uns zwei parallel verlaufende Versuche vor: Zwei leitende Körper sind aufgestellt, der eine im elektrischen und der andere im thermischen Felde. In dem Leiter gleichen sich die elektrischen Potentiale und die Temperaturen rasch aus. Daher ist es ersichtlich, dafs an dem einen Ende des Körpers das Potential niedriger, auf dem anderen Ende aber höher ist als die Potentiale an der entsprechenden Stelle des umgebenden Mittels. Ebenso wird bei dem anderen Körper an einem Ende die Temperatur des umgebenden Mittels höher sein, an dem anderen Ende aber niedriger als die Temperatur des Körpers selbst. In diesem letzten Falle haben wir folglich eine gewisse Analogie mit der elektrischen Induktion.

Wenn wir aber diese beiden Versuche nicht mit einem, sondern mit zwei sich berührenden Körpern, die wir auseinanderbringen, ehe die entsprechenden Felder verschwinden, so würden sich nicht die gleichen Resultate in den beiden Fällen zeigen. Nach der Vernichtung des elektrischen Feldes würde einer der Körper eine positive, der andere eine negative Ladung zeigen. Andererseits aber würden die beiden Körper, die sich im thermischen Felde befinden, ein und dieselbe Temperatur besitzen. Hier zeigt sich bereits ein wesentlicher Unterschied.

Der Versuch mit der elektrostatischen Induktion zeigt, dafs unter der Wirkung der Potentialdifferenz in dem Leiter irgend eine Verschiebung stattfindet, irgend etwas aus einem Teil des Leiters in den anderen übergeht. — Wenn der Leiter auseinander genommen wird, so wird sich in einem Teil ein Überschufs zeigen, in dem anderen

aber ein Mangel von etwas; deshalb wird auch der eine Teil eine positive, der andere aber eine negative Elektrizität zeigen. Das frühere Gleichgewicht mit dem umgebenden Mittel wird auf diese Weise gestört und beide Teile werden um sich herum entgegengesetzte elektrische Felder erzeugen.

Die Analogie der elektrischen Induktion mit der entsprechenden Wärmeerscheinung kann nur durchgeführt werden bei einer ergänzenden Voraussetzung über die im Innern des Körpers stattfindenden Erscheinungen, welche den Charakter einer Dissociation, Diffusion, Destillation oder einer Condensation und Verdampfung tragen. Man kann sich zum Beispiel vorstellen, daß wir einen hygroskopischen Körper haben, der sich in der feuchten Luft befindet, deren Temperatur an verschiedenen Stellen nicht die gleiche ist. Da wir diesen Körper als einen guten Wärmeleiter betrachten, so wird er überall ein und dieselbe Temperatur annehmen und deshalb werden in einem seiner Teile, welcher kälter ist als die ihn umgebende Luft, die Dämpfe von ihm absorbiert werden, während aus dem anderen Teile die Dämpfe in die Luft ausströmen werden, wobei zum Teil auch im Innern des Körpers ein Überströmen der Dämpfe eintreten wird. Wenn man das thermische Feld vernichtet, wobei die Temperaturen des Mittels und des Körpers sich ausgleichen, so wird auch im Innern des Körpers alles in den ursprünglichen Zustand zurückkehren. Wenn aber der Körper in zwei Teile geteilt wird, während er sich noch im thermischen Felde befindet, so wird in einem Teil ein kondensierter Dampf bleiben, in dem anderen aber ein verdünnter. Wenn die Temperaturen des Körpers und des Mittels sich ausgleichen, dann wird der erste Teil infolge der Ausscheidung des Dampfes in die Luft sich abkühlen, der zweite Teil aber, bei der Absorption der Dämpfe aus der Luft, sich erwärmen. Auf diese Weise haben wir in den betrachteten Fällen eine Analogie mit dem Laden eines Körpers durch Influenz. Und so sehen wir, daß die Analogie zwischen den elektrischen und Wärme-Erscheinungen im allgemeinen viel vollständiger durchgeführt werden kann, als es gewöhnlich geschieht.

## Über die Ableitung und den Zusammenhang von Gleichungen für den Nullpunkt- und Siedepunktfehler eines Thermometers.

Von

Prof. Dr. F. Melde in Marburg.

In den praktisch physikalischen Übungsstunden wird wohl stets auch die Nullpunkt- und Siedepunktbestimmung eines Thermometers vorgenommen und in der üblichen Weise verfahren. Was nun aber den ganzen theoretischen Zusammenhang hierbei anlangt, so habe ich die Erfahrung gemacht, daß die Praktikanten nach der blossen Anwendung von Formeln, wie sie in den gebrauchten Hilfsbüchern zu finden sind, nicht genügend ins Klare kommen, und habe ich mir eine Darstellung zurechtgelegt, welche leicht zur Erreichung eines vollkommenen Verständnisses führen wird. Es handelt sich hierbei jedoch nur um den Nullpunkt- und Siedepunkt- und weitere hiervon abhängige Fehler, während auf andere Fehler, insbesondere die Kaliberfehler, eines Thermometers nicht Rücksicht genommen werden soll.

Vor allem empfiehlt es sich, eine Zeichnung zu Grunde zu legen und knüpfe ich an diese meine Auseinandersetzung an. In dieser beigegebenen Zeichnung (s. Fig.) stellen wir uns auf der Geraden  $A^* B^*$  die Skala eines richtigen Thermometers, auf

$AB$  dagegen eine Skala desselben Thermometers, aber mit einem Nullpunkt- und Siedepunktfehler vor. Die Skala ist es dann, welche vermöge ihrer fehlerhaften Lage bzw. auch ihrer Einteilung die genannten Fehler bewirkt. Würden wir demgemäß das Thermometer mit der richtigen Skala  $A^*B^*$  in schmelzenden Schnee stecken, so würde das Quecksilber genau an dem mit  $0^*$  bezeichneten Punkt anstehen; würden wir ferner dasselbe Thermometer in die Dämpfe von siedendem Wasser, und zwar siedend unter einem Druck von 760 mm und  $0^0$  bringen, so würde das Quecksilber genau an dem mit  $100^*$  bezeichneten Punkt stehen. Anders beim fehlerhaften Thermometer. Bei ihm würden die vorgenommenen Experimente die entsprechenden Punkte z. B. beim Skalenteil  $x$  und  $y$  zeigen, während der nominelle Nullpunkt bei 0 und der nominelle Siedepunkt beim Kochexperiment unter dem Druck von 760 mm bei 100 angegeben sein soll. Achten wir nun darauf, daß  $x$  und  $y$  Standzahlen bedeuten sollen, so würde die Standzahl  $x = \delta$  und die Differenz der Standzahlen  $(y - 100) = \Delta$  den Nullpunkt und Siedepunktfehler auch in Teilen der Skala des zu prüfenden Thermometers darstellen. Denken wir uns von der richtigen Skala  $A^*B^*$  auf die fehlerhafte  $AB$  die verbindenden Senkrechten  $0^*x$  und  $100^*y$  gezogen, also die eine Skala auf die andere projiziert, so müßte das fehlerhafte Thermometer, wenn es zum richtigen werden sollte, bei  $x$  seinen Nullpunkt  $0^*$  und bei  $y$  seinen Normalsiedepunkt  $100^*$  erhalten.



Bezüglich der Ermittlung von  $x$  liegen die Dinge einfach. Das Schneexperiment führt direkt zu seiner Kenntnis; bezüglich der Bestimmung von  $y$  aber kommen weitere Faktoren in Betracht, sobald das Kochexperiment nicht beim Normaldruck 760 mm, sondern, wie fast stets, bei einem anderen Luftdruck zur Ausführung kommen muß. Führen wir daher dieses Experiment aus und ist der vom Barometer angegebene Luftdruck nicht 760, sondern  $b$  mm, so muß zunächst dieser Luftdruck  $b$ , falls die Temperatur des Barometers nicht  $0^0$ , sondern  $t$  ist, auf den Druck  $b_0$  unter Benutzung bekannter Tabellen reduziert werden. Wir nehmen ferner an, daß das Kochexperiment den Stand des zu prüfenden Thermometers beim Skalenteil  $S$  gezeigt habe. Projiziert man diesen Punkt auf die Skala des richtigen Thermometers, so entspricht auf ihm dem  $S$  ein Stand  $S^*$  und erhält man diese Geradzahl  $S^*$ , wenn man für den Druck  $b_0$  die entsprechende Siedepunktzahl aus den vorhandenen Spannkraftstabellen entnimmt.

Hiernach ist der weitere Zusammenhang nun leicht zu ermitteln. Bezeichnet man zu dem Ende den linearen Wert eines Skalenteils, z. B. in Millimetern ausgedrückt, für die richtige Skala  $A^*B^*$  mit  $f^*$  und ebenso beim zu prüfenden Thermometer mit  $f$ , so gelten folgende Gleichungen:

$$S^* \cdot f^* = (S - x) \cdot f$$

$$100^* \cdot f^* = (y - x) \cdot f$$

Mithin

$$\frac{100}{S^*} = \frac{y - x}{S - x}$$

und hiernach

$$y = \frac{100 \cdot (S - x)}{S^*} + x \dots \dots \dots (a)$$

als diejenige Gleichung, aus welcher  $y$  berechnet werden kann, falls durch das Schneexperiment  $x$  bestimmt, durchs Kochexperiment  $S$  beobachtet und an der Hand von Tabellen  $S^*$  berechnet worden ist. Will man nicht Standzahlen, sondern die

absoluten Werte  $\delta$  und  $\Delta$  der beiden Fehler haben, so beachte man, daß  $\delta = x$  und  $\Delta = (y - 100)$  ist.

Beispiel. Ein Geißlersches Normalthermometer zeigte ein  $x = + 0,3^{\circ}$  C; beim Kochexperiment ein  $S = 98,45^{\circ}$  und war hierbei  $b = 719,6$  mm und  $t = + 11,0^{\circ}$ . Die Reduktion auf Null ergab  $b_0 = 718,3$  und berechnete sich hiernach  $S^* = 98,428^{\circ}$ . Wenn man die Berechnungen logarithmisch ausführt und hierbei 5stellige Logarithmen für genügend erachtet, ergibt sich dann:

$$y = \frac{100(98,45 - 0,30)}{98,428} + 0,30$$

$$y = 99,720^{\circ} + 0,300^{\circ} = 100,020^{\circ}$$

und somit

$$\Delta = + 0,020^{\circ}.$$

Der nominelle fehlerhafte 100 Punkt des zu prüfenden Thermometers lag um  $0,020^{\circ}$  zu tief.

2. Von weiterer Bedeutung ist es nun, falls beim fehlerhaften Thermometer irgend ein Grad  $t$  abgelesen wird, welcher Grad  $t^*$  dann als dem richtigen entsprechend für  $t$  gesetzt werden muß. Zu dem Ende betrachten wir wieder unsere Figur. Nach ihr bestehen die Gleichungen:

$$t^* \cdot f^* = (t - x) f$$

und

$$S^* \cdot f^* = (S - x) f.$$

Somit ist

$$\frac{t^*}{S^*} = \frac{(t - x)}{S - x}$$

und

$$t^* = S^* \cdot \frac{t - x}{S - x} \dots \dots \dots (b)$$

diejenige Gleichung, aus welcher  $t^*$  berechnet werden kann.

Beispiel. Es sei  $t = + 20,0^{\circ}$ ,

mithin 
$$t^* = 98,428 \frac{19,70}{98,15} = 19,756^{\circ}$$

Diese Gleichung (b) ist aber, wie man sieht, eine solche, aus welcher auch  $y$  berechnet werden kann, falls  $x$  und  $S$  durchs Experiment erhalten und  $S^*$  in der angegebenen Weise berechnet wurden. Zu dem Ende ist in Gleichung (b) nur darauf zu achten, daß, wenn  $t = y$  gesetzt wird,  $t^* = 100$  wird, wonach die Gleichung (b) zu

$$100 = \frac{S^* (y - x)}{S - x}$$

wird, aus welcher, auf  $y$  reduziert, dieselbe Gleichung wie (a) resultiert.

Beachten wir unsere Figur weiter, so sehen wir, daß, wenn wir den Punkt 100 der fehlerhaften Skala auf  $A^* B^*$  projizieren, auf dieser ein Punkt  $y^*$  dem Punkt 100 entspricht und ebenso, daß, wenn wir den Punkt 0 der fehlerhaften Skala auf  $A^* B^*$  projizieren, dem 0 ein Punkt  $x^*$  entspricht. Aus der Gleichung (b) ergibt sich nun sofort

$$x^* = S^* \cdot \frac{0 - x}{S - x} = - \frac{S^* \cdot x}{S - x}$$

und

$$y^* = S^* \frac{100 - x}{S - x}.$$

Sofort erkennt man nun aber auch, daß  $x^* = \delta^*$  den Nullpunktfehler, aber nicht wie  $\delta$  in Teilen der fehlerhaften, sondern in Teilen der richtigen Skala und ebenso  $(y^* - 100) = \Delta^*$  den Siedepunktfehler, aber nicht in Teilen der fehlerhaften, sondern in denen der richtigen Skala bedeutet. Die absoluten Werte  $\delta$  und  $\delta^*$ , ebenso

$\Delta$  und  $\Delta^*$  sind demnach nicht identisch, sondern weichen im allgemeinen um minimale Gröfsen von einander ab. Es ist nicht ohne Interesse, diese Werte für  $\delta^*$  und  $\Delta^*$  einmal nach den beiden letzten Gleichungen für unser gegebenes Beispiel zu berechnen. Es wird

$$\delta^* = x^* = -\frac{98,428 \cdot 0,3}{98,45 - 0,3} = -0,30084$$

und

$$y^* = 98,428 - \frac{100 - 0,3}{98,45 - 0,3} = 99,982$$

mithin

$$\Delta^* = y^* - 100 = -0,018.$$

Hiernach leuchtet ein, dafs die Gleichungen

$$\delta \cdot f = \delta^* \cdot f^* \text{ und } \Delta \cdot f = \Delta^* \cdot f^* \dots \dots \dots (c)$$

und hiernach

$$\frac{\delta}{\delta^*} = \frac{\Delta}{\Delta^*} \text{ oder } \delta \cdot \Delta^* = \delta^* \cdot \Delta$$

bestehen müssen. Die Produkte  $0,3 \cdot 0,018$  und  $0,30084 \cdot 0,018$  müfsten demgemäfs in unserem Beispiel gleich ausfallen. Wenn dies bis auf minimale Gröfse nicht der Fall ist, so liegt der Grund nur in der bei der Berechnung angewandten Logarithmentafel. Fünfstellige Logarithmen, welche für unsere Werte  $\delta$ ,  $\Delta$ ,  $\delta^*$  und  $\Delta^*$  im allgemeinen vollständig ausreichen, würden, falls die zuletzt in Betracht kommende Feststellung der Gleichheit der Produkte  $\delta \cdot \Delta^* = \delta^* \cdot \Delta$  nachgewiesen werden soll, nicht ganz genügen. Es ist ja auch die Ableitung der Gleichungen für  $\delta^*$  und  $\Delta^*$  neben  $\delta$  und  $\Delta$  nur durchgeführt worden, um zu zeigen, dafs in der That, ganz streng genommen, minimale Unterschiede zwischen  $\delta$  und  $\delta^*$  und ebenso zwischen  $\Delta$  und  $\Delta^*$  bestehen. Bei einiger Aufmerksamkeit wird man ferner auch bemerken, dafs den Gleichungen (c) dieselben geometrischen Auffassungen zu Grunde liegen, wie bei denen, welche den den Gleichungen (a) und (b) vorausgehenden Gleichungen zu Grunde lagen.

3. Eine nicht uninteressante Frage läfst sich mit der Gleichung (b) noch beantworten, nämlich: bei welchem Grad die Anzeige des fehlerhaften und des richtigen Thermometers dieselbe ist, d. h. wenn wir diesen gesuchten Grad mit  $t_1$  und  $t_1^*$  bezeichnen, wann  $t_1 = t_1^*$  wird. Nach der Gleichung (b) würde dies eintreten, wenn

$$t_1 = S^* \frac{(t_1 - x)}{(S - x)},$$

das heifst

$$t_1 = \frac{S^* \cdot x}{x + S^* - S} \dots \dots \dots (d)$$

wird. Für unser Beispiel ergiebt die Berechnung:

$$t_1 = \frac{98,428 \cdot 0,3}{0,3 + 98,428 - 98,450} = 106,217^\circ.$$

## Ein einfacher Apparat zur Demonstration des Brechungsgesetzes der Lichtstrahlen.

Von

Prof. Dr. F. Pfuhl in Posen.

Ein Glaswürfel (Figur 1, G) — Kantenlänge 5 cm — ist mit Ausnahme von zwei gegenüberliegenden Seiten, um Nebenlicht zu vermeiden, mit undurchlässigem Papier beklebt. Dieser Würfel steht in einem aus starkem Metallblech hergestellten Gehäuse (Fig. 1, M), welches ihn eng umschliesst und innen matt schwarz gefärbt

ist. Die vordere Seite der Metallhülle, welche der einen durchsichtigen Seite anliegt, erhebt sich um einige (5) cm über die obere Fläche des Würfels und zeigt in ihrer Mitte einen von oben bis unten verlaufenden Spalt (Fig. 1,  $p-p$ ) von  $1\frac{1}{2}$  mm Breite. An der hinteren durchsichtigen Seite des Würfels, über welche also die Hülle sich nicht erstreckt, ist eine matte Glasscheibe ( $F$ ) mittelst Fischleims angeklebt, welche denselben um 5 cm überragt. Wird nun eine Lichtquelle vor die den Spalt zeigende Seite gebracht, so geht der untere Teil dieser Lichtstrahlen vom Spalt aus

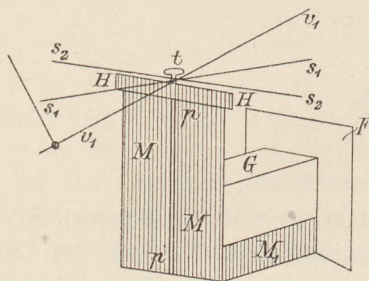


Fig. 1.

durch das Glas, der obere Teil durch die Luft. Die Strahlen markieren sich als heller Streif auf der Glasscheibe  $F$  der Hinterseite. Wird nun die Lichtquelle — im verdunkelten Zimmer ist eine Stearinkerze schon ausreichend — in einiger Entfernung in der Weise vor den Spalt gestellt, daß die Strahlen senkrecht auf die Fläche fallen, so nimmt der Schüler auf der ihm zugekehrten matten Glasscheibe einen eine zusammenhängende gerade Linie bildenden Lichtstreifen wahr. Bei irgend einer andern Stellung der Licht-

quelle entstehen zwei gesonderte Lichtstreifen. Hieraus zieht der Schüler leicht die Folgerungen hinsichtlich der Lichtbrechung; allerdings, der unteren propädeutischen Stufe des Unterrichts entsprechend, nur qualitativ. Das Lot im Einfallspunkte wird durch den im folgenden beschriebenen Aufsatz dargestellt, so daß auch „wird dem Lote zu gebrochen“ zur sinnlichen Wahrnehmung gelangt.

Um die Stärke der Lichtbrechung mittels des Sinus zu messen, wird auf die obere Kante der den Spalt zeigenden Metallwand mittels einer etwas federnden Hülse (6 cm lang, 1 cm breit)  $H$  in Fig. 1 ein Aufsatz aufgesetzt. Derselbe (Fig. 2) besteht aus 3 Messingstäben von 28 cm Länge. Der eine derselben ist vierkantig (Fig. 2,  $v_1 v_2$ ) und ist in seinem Mittelpunkte in der Mitte der oberen Kante der federnden Hülse, senkrecht

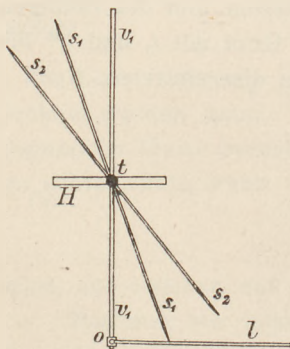


Fig. 2.

zur Längenausdehnung derselben, angelötet. Er steht demnach auch senkrecht auf der vorderen Fläche des Würfels und zwar in dem Punkte, in welchem das Licht auffällt. Unmittelbar über diesem fest aufgelöteten Stabe sind an einem Stift (Fig. 2,  $t$ ), drehbar über dem Mittelpunkt des kantigen, zwei stielrunde Stäbe befestigt ( $s_1 s_2$ ). Der eine soll den durch die Luft, der andere den durch das Glas fallenden Lichtstrahl darstellen. Zur Einstellung dieser beiden Stäbe werden natürlich die beiden Lichtstreifen auf der matten Glasscheibe benutzt. Um sie möglichst genau über den beiden Lichtstreifen zu befestigen, wird ein Holzstäbchen auf den betreffenden Lichtstreif gehalten und das Metall-

stäbchen so weit gedreht, bis es durch das Ende des Stäbchens, welches zur besseren Fixierung des Metallstäbchens noch oben eingekerbt ist, festgehalten wird. Der Stift ( $t$ ), um den die Messingstäbchen drehbar sind, ist mit einem feinen Schraubengewinde versehen. Mittels einer Schraubenmutter können dann die beiden drehbaren Messingstäbe, nachdem sie eingestellt sind, festgeklemmt werden.

Ist nun auf diese Weise der Verlauf des Lichtstrahles durch Luft und durch Glas fixiert, so wird die Aufsatzhülse ( $H$ ) abgehoben. Nun sieht der Schüler den Verlauf der Strahlen, durch diese Metallstäbe dargestellt, vor sich. Um den Strahl, der durch die Luft ging, von dem andern unterscheiden zu können, wird der eine



dieser Messingstäbe farbig gekennzeichnet, z. B. durch einen weissen Ring, oder Streifen. Der kantige, festgelötete Stab giebt das auf der Trennungsebene der beiden Medien errichtete Lot an.

Zur Darstellung des Sinus dient ein viertes Messingstäbchen (Fig. 2, *l*), welches an einem Ende eine viereckige Öffnung (Fig. 2, *o*) zeigt, mittels der es fest anschließend auf dem kantigen Stabe in der Ebene der Stielrunden verschoben und durch eine feine Schraube festgestellt werden kann. Man schiebt dieses Stäbchen nun, welches mit dem kantigen Stabe, auf dem es gleitet, stets einen rechten Winkel bildet, so weit, bis es ein Lot vom Endpunkte des einen und dann, bei weiterem Verschieben, vom Endpunkte des anderen Strahles ein Lot auf dem kantigen Stab bildet. Die Enden der beiden drehbaren Metallstäbe sind zugespitzt, um die Länge des Lotes genauer bestimmen zu können. Nun brauchen nur noch die Längen dieser beiden durch den verschiebbaren Messingstab dargestellten Sinus mittels des Centimetermasses gemessen zu werden, um den Brechungsexponenten zu erhalten. Es wird dann für einige, verschiedene Stellungen der Lichtquelle bewiesen, dafs für Luft und Glas das Verhältnis ein constantes ist, was mit — für Schulverhältnisse — hinreichender Genauigkeit geschehen kann.

Um die Lichtbrechung auch für Flüssigkeiten zur Beobachtung zu bringen und analoge Ermittlungen zu ermöglichen, dient ein Glaskästchen, welches mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt wird. Durch Bekleben mit undurchlässigem Papier ist auf der Vorderseite wieder ein Spalt geschaffen, die hintere, der vorderen parallele Seite trägt wiederum die matte Glasscheibe, welche die Lichtstrahlen zur Wahrnehmung bringt. Das Gefäfs wird etwas über die Hälfte mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Der obere Teil der Glasscheibe giebt wieder denjenigen Lichtstrahl an, der seinen Weg durch die Luft zurückgelegt hat. Auf die vordere Seite des Glaskästchens wird mittelst der federnden Hülse der oben beschriebene Aufsatz (Fig. 2) aufgesetzt in der Weise, dafs die Befestigungsstelle der Messingstäbchen gerade über dem Spalt sich befindet. So lassen sich die Winkel fixieren und die Sinus messen.

Einfach ist es auch mittels dieses Apparates zu beweisen, dafs der aus dem dichteren in das dünnere Mittel übergehende Lichtstrahl dem Lote abgelenkt wird. Die hintere Wandung des Glaskästchens ist dann (Fig. 3) nur etwa bis zur Hälfte ihrer Höhe mit der matten Glasscheibe versehen. Das Kästchen wird bis oben hin mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt und einige cm hinter demselben eine matte Glasscheibe *F* befestigt. Fallen nun schräg auf den Spalt (*p*) Lichtstrahlen (von *L* aus), so markiert sich auf der matten Glasscheibe an der Hinterwand ein Lichtstreif. Auf den Rand der Hinterseite wird die federnde Hülse (*H*) in der Weise aufgesetzt, dafs der Befestigungspunkt der Stäbchen genau über diesem Lichtstreifen sich befindet. Spalt und Lichtstreif werden nun durch einen der drehbaren Stäbe verbunden. Der andere Stab wird auf den hellen Lichtstreif gestellt, den der durch den oberen Teil der Hinterwand ungehindert austretende Strahl auf der hinteren (zweiten) matten Glasscheibe veranlafst. Dieser Lichtstreif liegt weiter vom Lote ab.

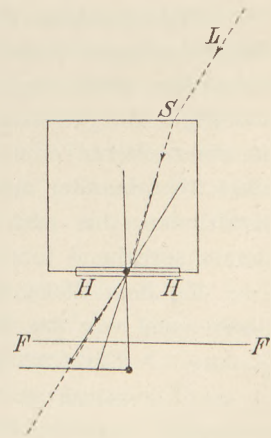


Fig. 3.

## Ein Universal-Elektromagnet.

Von

Professor A. Oberbeck in Tübingen.

Zu den Hauptversuchen über Elektromagnetismus benutzt man gewöhnlich zwei hufeisenförmige Elektromagnete, von denen der eine so aufgestellt ist, daß seine Pole nach oben gerichtet sind, während der andere, besonders bei Tragkraftversuchen, nach unten gehende Pole hat.

Hier soll eine Konstruktion beschrieben werden, durch welche beide Anordnungen mit demselben Apparat hergestellt werden können. Derselbe besteht aus einer eisernen

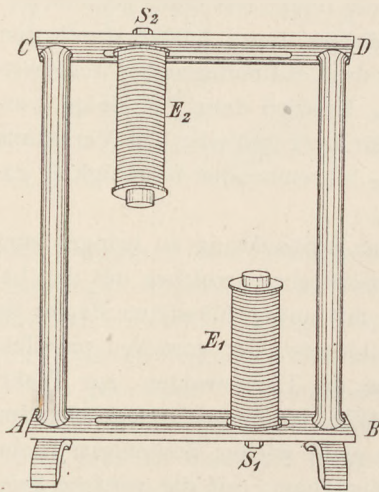


Fig. 1.

Platte *AB* (Figur 1), welche auf Messingfüßen steht. Die Länge derselben beträgt 50 cm, ihre Breite 12 cm, ihre Dicke 2 cm. Sie trägt zwei Messingsäulen (Röhren, welche mit Schellack ausgegossen sind) von 60 cm Höhe, auf welcher eine zweite Eisenplatte *CD* von gleicher Größe wie die erste befestigt ist. Beide Platten haben in ihrer Längsrichtung einen Schlitz, in welchem man die Elektromagnete einzeln einsetzen und mit Schrauben *S<sub>1</sub>* und *S<sub>2</sub>* befestigen kann. In der Figur ist der eine Elektromagnet in einer oberen, der andere in einer unteren Lage angegeben. Befestigt man beide an der unteren Platte, so hat man einen aufrechtstehenden Elektromagnet. Sind beide oben angebracht, so befindet sich der Hufeisenmagnet in hängender Lage. Man hat dabei den großen Vorteil,

daß man die Kerne innerhalb weiter Grenzen gegen einander verschieben kann.

Die einzelnen Elektromagnete haben eine Höhe von 22 cm und sind mit drei Windungslagen dicken Kupferdrahts versehen. Die Windungen enden in zwei Klemmschrauben, welche an den unteren Bodenplatten der Elektromagnete befestigt und in der Figur fortgelassen sind. Selbstverständlich kann man auch einen einzelnen Kern in einer oberen oder unteren Lage benutzen. Endlich kann man beide Kerne vertikal übereinander anbringen. Man erhält dann ein starkes Magnetfeld mit vertikalen Kraftlinien, das man durch passende Ansatzstücke nach Belieben verkleinern und dementsprechend intensiver machen kann.

Zu dem Elektromagnet gehören noch verschiedene Ansatzstücke, insbesondere deren zwei von der Form der Figur 2, durch welche bei der unteren Stellung der

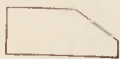


Fig. 2.

Elektromagnete entweder ein kleineres, sehr starkes oder ein größeres, etwas schwächeres Magnetfeld mit horizontalen Kraftlinien hergestellt werden kann, ferner ein längerer, parallelepipedischer Anker für die Tragkraft, eine eiserne Kreisplatte von etwa 12 cm Durchmesser etc.

Die gewöhnlichsten Versuche: Haften von Eisenfeile, von mehreren Stäben, Nägeln etc. kann man mit den beiden Anordnungen zeigen, bei genügend starkem Strom in sehr auffallender Weise. Für die magnetischen Kraftlinien wählt man die untere Stellung, wobei die Kerne weit auseinander zu rücken und zweckmäßig mit größeren Stücken Eisenblech (in Form von Quadraten, Kreisen, Sternen etc.) zu bedecken sind. Auf einem Blatt Kartonpapier, das man über die Pole legt, zeichnen sich dann die Kurven gut ab.

Bei den Versuchen über Diamagnetismus und Paramagnetismus, wobei die Kerne unten befestigt sind, ist die obere Platte recht bequem, da man an derselben die zu untersuchenden Präparate aufhängen kann. Ein Gleiches gilt für die Dämpfungsversuche bewegter, gut leitender Massen. Ein zwischen den Magnetpolen rotierender Kupferwürfel wird bei Stromschluss sofort gehemmt. Eine Kupferplatte, welche nach Art des Waltenhofenschen Induktionspendels zwischen den Polen hindurchschwingt, kommt dort nach Erregung sofort zur Ruhe.

Diese und ähnliche Apparate werden ebenfalls zweckmäßig an der oberen Platte befestigt.

Um die Rotation einer Flüssigkeit zu zeigen, braucht man nur einen Kern, auf welchen man die oben erwähnte Eisenplatte aufsetzt. Auf derselben steht ein cylindrisches Glasgefäß, mit den beiden concentrischen Elektroden, zwischen denen der Strom radial durch die Flüssigkeit geht.

Induktionserscheinungen lassen sich in mannigfaltigster Weise zeigen, indem man eine Rolle in einem der verschiedenartigen Magnetfelder bewegt, welche man mit dem Apparat herstellen kann.

Schließlich mag noch bemerkt werden, daß der Transport des Apparates nicht allzu schwer ist, wenn man die einzelnen Elektromagnete abgenommen hat, sodaß ich glaube, daß derselbe sich als Unterrichtsapparat für Schulen bewähren wird.

---

## Ein einfacher Stromwechsler für Zwei- und Dreiphasenstrom.

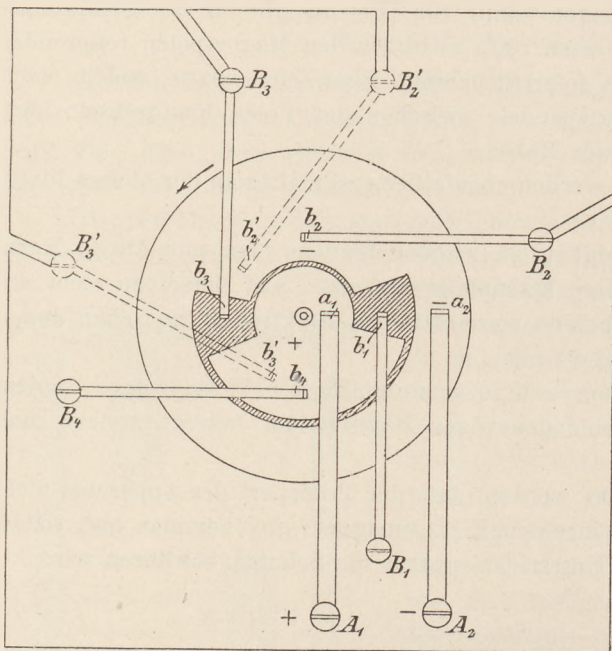
Von

H. Kuhfahl in Landsberg a. W.

Der von Herrn WEILER construierte Apparat zur Umwandlung von Gleichstrom in Drehstrom (d. Zeitschr. V 189) hat die in der Praxis nicht bestehende Eigenschaft, daß das Magnetfeld sich sprungweise ändert, und in dieser Hinsicht ist der Apparat des Herrn WEINHOLD (d. Zeitschr. VI 7) eine Verbesserung; gleichwohl möchte ich vom didaktischen Standpunkte aus jene Abweichung nicht gerade als Fehler ansehen. Der in dem Folgenden beschriebene Stromwechsler ist aus dem Bestreben hervorgegangen, den Verlauf der Stromumwandlung noch einfacher und übersichtlicher wie in dem Weilerschen Apparat zu gestalten und ihn für beide Arten von Drehströmen verwendbar zu machen.

Auf einer Grundplatte steht vertikal als Klemmenträger ein rechteckiges Brettchen, das von einer horizontalen Achse durchbohrt wird, die auf der Rückseite in einer Kurbel endigt. Auf der Vorderseite ist an der Achse eine hölzerne Kreisscheibe befestigt, die mit zwei Messingplatten von der in der Figur angegebenen Form belegt ist. Man kann sich die Belegung aus drei concentrischen Ringen zusammengesetzt denken, von denen der mittlere an zwei gegenüberstehenden Stellen um je  $\frac{1}{10}$  des Umfanges ausgeschnitten ist. Von den beiden übrig bleibenden Ringsektoren ist der eine mit dem inneren, der andere mit dem äußeren Ringe aus einem Stücke gearbeitet. Bei der Anfertigung läßt man an den Enden dieser Sektoren kurze Blechansätze überstehen, biegt diese rechtwinklig nach hinten um und treibt sie in enge, mit der Laubsäge ausgeschnittene Spalte der Kreisscheibe ein. Dadurch werden die Belegungen genügend befestigt, das Aufbiegen der Ränder wird verhindert und die Isolation gesichert.

Der Gleichstrom einer Batterie wird in die Klemmen  $A_1$  und  $A_2$  an dem rechteckigen Brettchen geleitet und durch Federn in den Punkten  $a_1, a_2$  dem inneren und



äußeren Ringe zugeführt. Die 4 Federn für die Ableitung zum Zweiphasenmotor schleifen auf dem mittleren Ringe, sind alle gleich lang und ihre Klemmen an dem rechteckigen Brettchen  $B_1, B_2, B_3, B_4$  stehen auf einem mit der Drehachse concentrischen Kreise um je  $90^\circ$  von einander entfernt, so daß auch ihre Berührungsstellen mit dem mittleren Ringe  $b_1, b_2, b_3, b_4$  um  $90^\circ$  von einander entfernt sind. Es ist leicht ersichtlich, daß bei der Drehung  $B_1$  und  $B_2$  den einen Wechselstrom,  $B_3$  und  $B_4$  den anderen mit  $90^\circ$  Phasenverschiebung liefern. Die Ausschnitte des mittleren Ringes müßten bei Zweiphasenstrom eigentlich

statt je  $\frac{1}{10}$  des Umfanges  $\frac{1}{8}$  betragen, die Differenz von  $\frac{1}{40}$  kommt aber praktisch nicht in Betracht.

Bei der in der Figur gezeichneten Stellung erhalten  $B_1$  und  $B_3$  keinen,  $B_2$  den negativen,  $B_4$  den positiven Strom. Um die Stromstärke für einen einfachen Fall zu berechnen, nehmen wir an, daß die elektromotorische Kraft der Batterie 3 V, ihr innerer Widerstand 1 Ohm und der Widerstand jeder Spule des Motors 1 Ohm beträgt, dann geht der Strom bei dieser Stellung der Kreisscheibe durch zwei Spulen nach einander und die Stromstärke ist  $\frac{3}{1+2} = 1$  A. Drehen wir die Scheibe um  $45^\circ$  in der Pfeilrichtung, so erhalten  $B_1$  und  $B_4$  je die Hälfte des positiven,  $B_2$  und  $B_3$  die des negativen Stromes. Der äußere Widerstand ist, da je 2 Ohm neben einander geschaltet sind, 1 Ohm und die Stromstärke für jede Klemme  $B$  beträgt daher  $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1+1} = 0,75$  A. Alle Stellungen bei weiterer Drehung sind diesen beiden analog; die folgende Tabelle giebt die Stärke und Richtung des Stromes für alle Oktanten an.

Oktant	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$B_1$	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75	0	- 0,75	- 1	- 0,75
$B_2$	- 1	- 0,75	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75	0	- 0,75
$B_3$	0	- 0,75	- 1	- 0,75	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75
$B_4$	+ 1	+ 0,75	0	- 0,75	- 1	- 0,75	0	+ 0,75

Für andere Widerstandsverhältnisse würde man einen ähnlichen Verlauf der Stromänderung erhalten.

Will man nun den Apparat für Dreiphasenstrom benutzen, so löst man die mit Flügelschrauben in Schlitz des Klemmenträgers befestigten Klemmen  $B_2$  und  $B_3$  und versetzt sie mit ihren Federn nach  $B_2'$  und  $B_3'$ . Die Feder zu  $B_1$  läßt man am besten herunterhängen; sie stört zwar die Stromverteilung nicht, wohl aber die Über-

sicht.  $B_1, B_2, B_3$  sind um je  $120^\circ$  von einander entfernt. Die nicht leitenden Abschnitte des mittleren Ringes müßten nun eigentlich je  $\frac{1}{12}$  des Umfanges betragen, der Unterschied gegen  $\frac{1}{10}$  kommt aber wieder nicht in Betracht; jeder leitende Sektor dieses Ringes hat daher nahezu die Länge  $\frac{5}{12}$  des Umfanges.

Bei der in der Figur gezeichneten Stellung erhält  $B_1$  keinen,  $B_3$  den positiven,  $B_2$  den negativen Strom. Nehmen wir an, daß die elektromotorische Kraft der Batterie 4 V, der innere Widerstand 1 Ohm, der Widerstand jeder Spule des Motors 2 Ohm beträgt, so geht der Strom bei Sternschaltung durch zwei Spulen nach einander und die Stromstärke ist  $\frac{4}{1+4} = 0,8$  A. Dreht man um  $30^\circ$  weiter, so erhalten  $B_1$  und  $B_3$  je die Hälfte des positiven Stromes, und ihre Spulen sind bis zum Stern neben einander geschaltet, so daß ihr gemeinschaftlicher Widerstand 1 Ohm beträgt. Von dort geht der Strom durch die zu  $B_2$  gehörige Spule zurück, und daher ist die Stromstärke  $\frac{4}{1+1+2} = 1$  A. Den Stromverlauf bei weiterer Drehung giebt die folgende Tabelle an.

Halbsextant	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$B_1$	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1	+ 0,8	+ 0,5	0	- 0,5	- 0,8	- 1	- 0,8	- 0,5
$B_2$	+ 0,8	+ 0,5	0	- 0,5	- 0,8	- 1	- 0,8	- 0,5	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1
$B_3$	- 0,8	- 1	- 0,8	- 0,5	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1	+ 0,8	+ 0,5	0	- 0,5

Die Werte stimmen mit  $\sin 0^\circ, \sin 30^\circ, \sin 60^\circ$  und  $\sin 90^\circ$  ziemlich überein. Bei anderen Widerstandsverhältnissen, sowie bei Dreiecksschaltung des Motors ist der Verlauf ein ähnlicher.

Als besondere Vorzüge des Apparates möchte ich die folgenden ansehen:

1. Die Stromverteilung wird durch die Anordnung der Teile in einer Ebene übersichtlich; 2. das Wesentliche an der Phasenverschiebung tritt durch die Stellung der Klemmen  $B$  scharf hervor; 3. zur Stromerzeugung ist nur eine Batterie bezw. Element nötig; 4. derselbe Apparat ist für Zwei- und Dreiphasenstrom verwendbar.

Die Beschreibung giebt die Form des Apparates an, die man sich ohne große Hilfsmittel selbst herstellen kann. Die Firma Meiser & Mertig zu Dresden liefert den Stromwechsler in elegantester Ausführung für 24 Mark. Die vertikale Platte und die Achse wird von einem Metallfuß getragen, die Federn  $A$  und  $B$  sind durch Färbung unterschieden und die Achse kann durch eine Kurbel sowohl direkt gedreht als auch durch eine Schnurlaufübertragung in schnellere Rotation versetzt werden.

## Ein neuer Wärmeleitungsapparat.

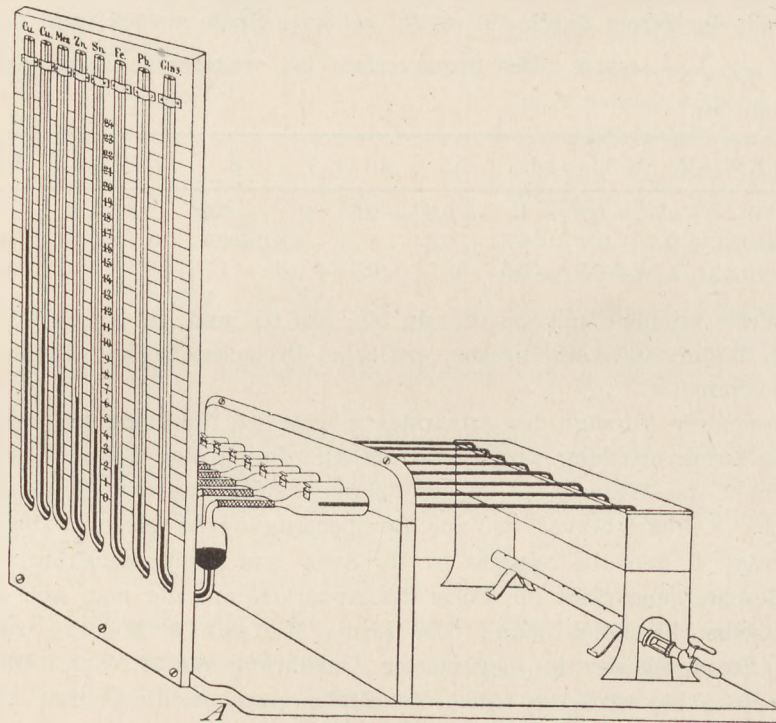
Von

Prof. Dr. Looser in Essen.

Die Unzulänglichkeit der Apparate, die durch Ankleben von Holzkugeln mittels Wachs die Unterschiede im Wärmeleitungsvermögen demonstrieren, hat vielfach zu anderen Konstruktionen Veranlassung gegeben. Teils hat man die Farbenveränderung des Quecksilberjodid verwandt, teils Reiter aus Metall an schräggestellten, mit Wachs überzogenen Stäben da wo der Überzug durch die mitgeteilte Wärme geschmolzen war, hinabgleiten lassen.

Der im folgenden beschriebene Apparat bedarf, einmal in Stand gesetzt, durch- aus keiner weiteren Vorbereitung, namentlich seitdem auch der letzte ihm noch an-

haftende Übelstand, die Abdichtung der Metallstangen durch Gummi, einer solideren Verbindungsweise gewichen ist. Letztere ist nach einem besonderen, noch nicht allgemein bekannten Verfahren hergestellt, wodurch es möglich ist, die Stäbe durch ein metallisches Lot direkt luftdicht mit Glas zu verbinden. Die übrige Einrichtung ist eine durchaus einfache und übersichtliche. Es tauchen 6 oder 8 Stangen mit ihren rechtwinklig umgebogenen Enden in ein Gefäß mit Wasser, das durch einen untergestellten Brenner in mäßigem Sieden erhalten werden kann. Die anderen Enden gehen luftdicht in cylindrische, mit Glashahn versehene Kapseln, die durch Schläuche mit den sorgfältig kalibrierten vorderen Manometerrohren in Verbindung stehen. Neuerdings sind diese über hellen Milchglasskalen montiert, und die Flüssigkeitsfäden stark genug, um von entfernten Plätzen gesehen zu werden. Die Manometer



werden mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, die sich beim Öffnen der Hähne auf Null stellt. Die Stoffe sind so geordnet, daß sich links das am besten leitende Metall Kupfer befindet, einmal mit Wärmeschutz und Glasrohr bekleidet, ein anderes mal nackt. Dann folgen Messing, Zink, Zinn, Eisen, Blei, Glas. Da die Wärme durch das Glas überhaupt nicht zur Manometerkapsel gelangt, so dient die entsprechende Flüssigkeitssäule, abgesehen davon, daß die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Glases vor Augen geführt wird, als Controlle der Zimmertemperatur. Das Brett, das die Kapseln mit den Hähnen trägt, hält den größten Teil der Wärmestrahlen ab. Es kann über den Kapseln abgeschraubt und jede Kapsel revidiert werden. (Der Strich, welcher den oberen abschraubbaren Teil von dem unteren trennt, fehlt in der Figur.)

Um den Apparat vorzuführen, hat man nun nichts weiter zu thun, als erst sämtliche Hähne zu öffnen, den Ausgleich mit der Zimmertemperatur abzuwarten und die Hähne zu schließen. Das Zinkgefäß soll schon vorher mit Wasser gefüllt sein. Man zündet jetzt die Flamme an und wird nach einiger Zeit das in der Figur ge-

zeichnete Bild haben, wo die verschiedenen Steighöhen der Flüssigkeitssäulen eine Art Kurve bilden.

Um die Höhen besser vergleichen zu können, hält man, da auch die Glas enthaltende Kapsel stets infolge der Zimmertemperatur etc. steigt, an deren Manometerflüssigkeit einen horizontalen Papierstreifen, der also jede Flüssigkeitssäule in der Höhe der erstgenannten abschneidet. Der über den Streifen hervorragende Teil der Flüssigkeitssäule ist dann allein auf Kosten der Wärmeleitung zu setzen. Indessen auch ohne dieses, das Ergebnis genauer darstellende Mittel übersieht man deutlich die Verschiedenheiten in der Wärmeleitungsfähigkeit der einzelnen Stoffe. Die Füllung geschieht durch die oberen Enden der erweiterten Manometerröhren. Wenn sich Luftblasen bilden, saugt man durch einen oben angedrückten Schlauch die Flüssigkeit verschiedene Male nach oben und läßt sie wieder herabsinken. Die auf- und absteigende Bewegung entfernt rasch alle Luftblasen. Vorher müssen natürlich die Hähne geöffnet sein. Etwaige durch den Transport entstandene Undichtigkeiten beseitigt man durch Überziehen mit alkoholischer Schellacklösung (oder Siegellack in wenig Alkohol gelöst).

Das mit Wärmeschutzmasse überzogene Kupfer zeigt ein eigentümliches Verhalten; zunächst wird nämlich mehr Wärme an die Schutzmasse abgegeben, als dies in der Luft der Fall sein würde, die Flüssigkeitssäule bleibt also etwas zurück. Später wird die Differenz wieder eingeholt und die Säule steht um ein wenig höher als die dem freien Kupfer entsprechende.

Der Verfasser hatte ursprünglich beabsichtigt, dem Apparate auch noch einen Silberstab hinzuzufügen, in der Erwartung, daß bei der eben beschriebenen Anordnung dieses Metall, dessen relative Leitungsfähigkeit zu Kupfer sich wie 100 : 74 verhält, einen noch weit höheren Ausschlag am Manometer geben würde als Kupfer und so die Kurve nach oben hin ergänzen würde. Dabei machte er indessen eine eigentümliche Beobachtung. Es blieb nämlich, trotzdem verschiedene Dicken zum Versuch kamen, Silber stets hinter Kupfer zurück. Innerhalb der Längen, in welchen die Stäbe gewählt werden mußten, damit die schlechter leitenden Stoffe überhaupt eine Einwirkung auf die Manometer zeigten, war eben der Unterschied in der relativen Wärmeleitungsfähigkeit zwischen Silber und Kupfer noch kein ausgesprochen, Silber blieb sogar zurück. Erst bei so großen Drahtlängen, daß der Apparat für die relativ schlecht leitenden Metalle kaum merkliche Ergebnisse geliefert haben würde, traten Unterschiede hervor. Da das Silber also durch dieses eigenartige Verhalten die Vorstellungen der Schüler nur verwirren würde, so wurde es weggelassen, so interessant und zum Nachdenken anregend die Thatsache im allgemeinen auch sein mag.

Der oben beschriebene Apparat ist durch die Firma Robert Müller, Glasbläserei Essen (Ruhr) zum Preise von 105 M. für 6 Stäbe, 115 M. für 8 Stäbe zu beziehen.

---

## Ein hydromechanischer Apparat.

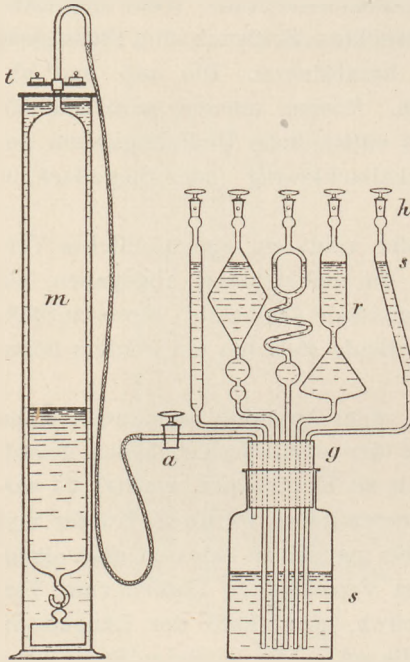
Von

Prof. Dr. Looser in Essen.

Der Haldatsche Apparat ermöglicht es, durch Wage und Gewichte die Unabhängigkeit des Bodendruckes von der Form des Gefäßes darzustellen. Die Messung dieses Druckes durch eine entgegenwirkende Quecksilbersäule ist schließlichsch nur eine Anwendung des Gesetzes der kommunizierenden Röhren. Während in beiden Aus-

führungen der Apparat, wenn man so sagen darf, lediglich statisch wirkt, kommt in der nebenstehend skizzierten Anordnung gleichzeitig ein dynamisches Prinzip zur Verwendung. Eine Druckkraft, gleichviel ob durch Wassersäule oder durch sich ausdehnende Luft erzeugt, treibt die Flüssigkeit so herauf, daß die Wasserspiegel in den Röhren bei allmählicher Einwirkung stets gleiche Höhe behalten; der Zuhörer sieht, daß eine stets gleiche Druckkraft das Wasser, einerlei ob in ein enges oder weites Gefäß, in 2 oder 5 Rohre, auch stets gleich hoch hinauftreibt.

Die Rohre, die alle möglichen Verschiedenheiten in der Form darbieten, gehen durch einen breiten Gummistopfen *g* in die mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Flasche.



Gleichzeitig durchsetzt den Verschluss ein mit Hahn versehenes rechtwinklig gebogenes Rohrstück *a*. Jede Röhre ist oben mit Glashahn verschlossen, um sie einzeln nach Belieben beim Versuche ein- und ausschalten zu können. Der Druck, der auf den Flüssigkeitsspiegel *s* wirkt, wird durch den Schwimmer *m* ausgeübt, an dessen unterem Teile ein gebogenes Glasrohr als Öse angebracht ist. Diese trägt ein Gewicht und läßt gleichzeitig dem Wasser Zutritt. Der Teller *t* gestattet durch Zusatzgewichte den Druck nach Belieben zu verstärken; der Schwimmer wirkt dadurch ähnlich wie die Kuppen in großen Gasometern. Um die unten beschriebenen Versuche anzustellen schließt man zunächst die Hähne *a* und *h* und bläst durch den vorläufig nur oben angeschlossenen Schlauch so lange Luft in den Schwimmer, bis alles Wasser unten durch die Öse entwichen ist, dann presse man den Schlauch zu und setze ihn an den geschlossenen Hahn *a*.

Jetzt erst öffnet man *a*. Die durch die oberen Hähne abgeschlossene Luft wird zunächst zusammengedrückt und etwas Wasser steigt in die Röhren. Dann aber bewegt sich die Flüssigkeit nur, wenn man oben einen Hahn öffnet. Schon an diese Tatsache lassen sich lehrreiche Betrachtungen knüpfen (Undurchdringlichkeit der Körper, Fortpflanzung des Druckes in der Luft). Man kann nun folgende Versuche anstellen.

1. Man öffnet den Hahn links; die Flüssigkeit steigt bis zu einer gewissen Höhe, die man von *s* aus mißt.

2. Man schließt, nachdem das Rohr sich angefüllt hat, den ersten Hahn (links), öffnet das zweite Rohr und, nachdem dieses sich angefüllt, auch das erste. Mißt man den Abstand *s*, so findet man ihn erstens in beiden Röhren gleich, zweitens auch genau gleich der vorhin erzielten Höhe u. s. f.

3. Man öffnet von vornherein die 2 Hähne links und stellt den Hahn bei *a* so, daß die Flüssigkeit nur sehr langsam steigen kann. Die Flüssigkeiten stehen dann während des Steigens immer gleich hoch. Dasselbe wiederholt man in allen 5 Röhren und zeigt, daß stets dieselbe Differenz innegehalten wird.

4. Man schaltet vor *a* in den Schlauch ein Gabelrohr (Fig. 6 d. Ztschr. IX 272) und verbindet die eine Zinke mit *a*, die andere mit einem kleinen Gefäße, welches gefärbten Alkohol enthält. Durch den Stopfen gehen 1. ein langes Rohr in den Alkohol, 2. ein kurzes rechtwinklig gebogenes an den Schlauch der zweiten Zinke,



den man mit Quetschhahn abschließt. Öffnet man jetzt den letzteren, sowie  $a$  und einen der Hähne  $h$ , so kann man die Druckhöhen für Wasser und Alkohol vergleichen. 3. Wiederholung desselben Versuches mit Quecksilber.

Bemerkung: Die Höhendifferenz der Wasserspiegel in dem Standglase ist gleich  $ss_1$ . Die in den Schwimmer eintretende Wassermenge ist gleich der in die Röhren steigenden, sowie der aus dem Gefäße von  $s$  bis zum Stopfen verdrängten. Man kann die Versuche auch zum Teil durch direktes Einblasen von Luft anstellen. Z. B. 3., 4. u. 5., oder durch Erwärmung eines angeschlossenen Glaskolbens. Als Vorversuche mit dem Thermoskop eignen sich die Versuche 68, 97 u. 100 (diese Zeitschrift VIII 302, IX 271 u. 272). Wenn man beide Schläuche des Thermoskops an den Mund führt, oder auch erst durch ein Gabelrohr verbindet und Luft hineinbläst, so zeigt man zunächst, daß in gleich weiten Röhren die Flüssigkeit unter demselben Drucke gleich hoch steigt. Der Apparat wird durch die Glasbläserei Rob. Müller in Essen zum Preise von 30 M. geliefert.

## Über photographische Aufnahmen zur Erleichterung des physikalischen Unterrichts.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Die Anzahl der Physikstunden an den Mittelschulen steht — wenigstens bei uns in Rufsland — in keinem rechten Verhältnis zur Menge des durchzunehmenden Stoffes. Der Lehrer ist daher gezwungen: entweder, auf Kosten der Gründlichkeit, alle Gebiete flüchtiger zu behandeln, oder — soweit es zulässig ist — die wichtigsten Gebiete eingehender durchzunehmen und das übrige nur soweit zu berücksichtigen, als zum Verständnis des Zusammenhanges nötig ist. — In jedem Falle muß alles vermieden werden, was einen unnützen Zeitverlust mit sich bringt. Hierzu gehört u. a. auch die eingehende Beschreibung von Apparaten und Versuchsanordnungen. Ganz übergehen kann man dieses nicht; und es läßt sich auch nicht leugnen, daß der Wert, den die experimentelle Behandlung der Physik für die Schüler hat, wesentlich verringert wird, wenn die Schüler kein klares Bild von der Versuchsanordnung, resp. von der Wirkungsweise der betreffenden Apparate erhalten.

Selbst wenn der Lehrer die Zeit findet, das Experiment eingehend zu erläutern, bleibt es fraglich, ob alle Schüler genügend gut die Apparate gesehen oder den Zusammenhang richtig erfaßt haben. Beim Nachlesen in dem Lehrbuch finden sie nun oft den Versuch mit anders konstruierten Apparaten angeführt, oder — was noch schlimmer ist — er fehlt ganz. Auch im ersten Falle können schwächere Schüler eine Schwierigkeit in dem Verständnis der Sache finden. (Wenigstens ist mir mehrfach gesagt worden: „Im Buche ist der Versuch ganz anders!“). Soll man deshalb auf die Verwendung besserer Apparate verzichten, weil sie „nicht im Lehrbuch stehen“? Andererseits ist es ganz unmöglich, daß Schulbücher die neueren Apparate berücksichtigen, da oft mehrere Apparate von nahezu gleicher Güte bald nacheinander auftauchen. (Ich erinnere nur an die schon allein in dieser Zeitschr. beschriebenen Elektroskope von Szymanski II 61, Tomaszewski V 140, Schwedow V 235, Weiler IX 225, Busch X 247, u. A.)

Da nun ein oft großer Unterschied zwischen den im Lehrbuche beschriebenen und den in der Stunde gesehenen Experimenten gar nicht zu vermeiden ist, so fragt es sich nur, wie dem Schüler die Auffassung der abweichenden Versuche erleichtert werden könne. Das Beste wäre es natürlich, wenn die Schüler die Versuche wiederholen könnten. Wo „Schülerübungen“, wenn auch nur fakultativ, vorgenommen werden können, wird — bei geeigneter

Leitung — die günstige Wirkung nicht ausbleiben. Leider lassen sich solche nicht überall durchführen. Zeit, die nötigen Räumlichkeiten und Apparate fehlen noch vielfach und dann ist in den größeren Städten der Umstand sehr störend, daß die Schüler bisweilen einen Weg von 3, ja 5 Kilometern zur Schule zurückzulegen haben, also nicht veranlaßt werden können, diese Strecke extra zu machen, und im direkten Anschluß an die Schulstunden die Schüler zu beschäftigen, geht wohl nicht an (wenigstens bei uns, wo sie von 9—2, resp. 3 Uhr in der Schule beschäftigt sind). Es bliebe noch das alte Hilfsmittel, das „Diktieren“, oder das Nachschreiben während des Vortrages. Ersteres ist zeitraubend und erfordert eine genaue Kontrolle seitens des Lehrers, da sonst sinnentstellende Fehler vorkommen können; letzteres ist erst recht mißlich. Da möchte ich mir nun einen Vorschlag erlauben, der vielleicht imstande ist, dem Schüler das Auffassen zu erleichtern und — nachdem die Vorarbeiten gemacht sind — die Physikstunde etwas zu entlasten.

Die photographischen Apparate sind jetzt so verbreitet, daß es wohl jedem Lehrer möglich sein wird, wenigstens leihweise einen Apparat zu beschaffen und nach der Schulzeit, resp. in den Zwischenstunden, Aufnahmen von typischen Apparaten und charakteristischen Versuchsanordnungen zu machen. Die Entwicklung des Negativs kann zu gelegener Zeit zu Hause oder bei einem bekannten Amateurphotographen vorgenommen werden. Die Herstellung der Kopieen ist erst recht einfach. Erwünscht ist eine Plattengröße von  $13 \times 18$  cm, doch ist eine solche von  $9 \times 12$  cm für die meisten Fälle ausreichend.

Anzufertigen wären für jede Versuchsanordnung:

No. 1. Ein Einzelbild des Hauptapparates, möglichst groß, um etwa wichtige Einzelheiten, wie z. B. Skalen, deutlich erkennen zu lassen.

No. 2. Eine, resp. mehrere Aufnahmen der Versuchsanordnung, im richtigen Moment dargestellt (s. w. u.).

Die positiven Abzüge werden auf einen halben Bogen Bristolkarton geklebt (No. 1 oben, darunter No. 2). Unter oder neben jede der Aufnahmen von Versuchsanordnungen (also No. 2) wird eine schematische Zeichnung in gleicher Größe (wo nötig, mehrfarbig) beigefügt und mit Buchstaben und Ziffern versehen. Auf den übrigen Teil des weißen Kartons kommen, in recht deutlicher Schrift, kurze Erläuterungen zu stehen. Das Ganze wird in einen Bilderrahmen gestellt, dessen starke Hinterwand in Charnieren beweglich ist und abgeschlossen werden kann. Dieser Rahmen wird — nachdem der betreffende Versuch gezeigt worden ist — in der Klasse in bequemer Augenhöhe aufgehängt und bleibt dort einige Zeit, sodaß die Schüler sich eingehend orientieren können. Falls allmählich eine größere Kollektion von solchen „Klassenbildern“ angelegt worden, dürfte es sich empfehlen, die Rahmen beständig in der Klasse zu lassen und von Zeit zu Zeit, nach Bedarf, die Bilder zu wechseln.

Im Notfalle könnten selbst die Photographieen fortfallen, denn auch gute schematische Zeichnungen mit Erläuterungen können Nutzen bringen und sind immer zu beschaffen.

Dieser Vorschlag hat bei meinen hiesigen russischen Fachkollegen Beifall gefunden, ebenso ein anderer: photographische Diapositive<sup>1)</sup> der Versuchsanordnungen (höchstens  $9 \times 12$  cm groß) herzustellen und vermittelst des Skioptikons zu projizieren, wenn — bei Repetitionen — ein wichtiger Versuch veranschaulicht werden soll. Das kann fast ohne Zeitverlust geschehen und gewährt die Möglichkeit, durch den Schatten eines in die austretenden Lichtstrahlen gehaltenen Bleistiftes, die Aufmerksamkeit der Schüler auf einzelne Apparatenteile richten zu können. Allerdings müssen bequeme Verdunkelungsvorrichtungen vorhanden sein.

Ich habe bis jetzt etwa ein Dutzend verschiedener Aufnahmen gemacht: Gleichgewicht am Hebel, Wurfbewegung (durch einen Wasserstrahl vor einem passend quadrierten und

<sup>1)</sup> Brauchbar sind nur solche Diapositive, die auf besonderen Diapositivplatten hergestellt sind (womöglich aus dünnem Spiegelglas). Sie kopieren zwar sehr langsam (wie das Positivpapier, das in gleicher Weise vergoldet, fixiert und ausgewaschen wird), geben aber gute durchsichtige, lichtstarke Bilder.

nummerierten Hintergrunde dargestellt), Reflexion und Brechung des Lichtes, elektrische Influenz, Demonstration des elektrischen Feldes, Bestimmung der Kapazität einer Leydener Flasche, das Stromgefälle in einer die Pole der Influenzmaschine verbindenden Schnur u. s. w.

Nach den Erfahrungen, die ich gemacht habe, muß ich ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß die Apparate so gestellt sein müssen, daß keiner hinter dem andern erscheint; auch muß man nicht die Zimmerwand mit etwaigen Tafeln, Apparaten etc. als Hintergrund benutzen, da alle hier sichtbaren Gegenstände stören, sondern man verwende eine gleichförmige Fläche dazu, z. B. den Projektionsschirm, graue Pappe u. dergl. Auch darf man nicht (wie ich es anfangs that) zu viele Apparate auf einem Bild vereinigen wollen. Je übersichtlicher, um so besser.

Sehr zweckmäßig ist es oft, wenn man, für die photographische Aufnahme, zwei gleiche Apparate gleichzeitig in Thätigkeit vorführen kann, z. B. zwei Apparate für Lichtbrechung. Hat der eine einen massiven Halbcylinder aus Crown Glas, der andere einen hohlen Halbcylinder mit Wasserfüllung, so kann man gleichzeitig beide Brechungsverhältnisse erhalten, oder man setzt 2 gleiche Halbcylinder auf und stellt den einen Apparat so ein, daß der Grenzwinkel der totalen Reflexion erreicht wird<sup>2)</sup>, u. s. w. Dadurch erspart man eine zweite Aufnahme.

Bei Aufnahmen dieses Lichtbrechungsapparates oder der Mach'schen Kammer (vergl. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde VII 77*) ist es gut, die Aufnahme bei vollem Tageslicht zu machen, dann — während das Zimmer verdunkelt ist — noch 1—2 Min. weiter zu exponieren, damit die Lichtlinien sich recht scharf und klar auf dem Bilde abheben.

Anfangs dachte ich daran, solche „Klassenbilder“ mit dem Text durch Lichtdruck vervielfältigen und in Einzelblättern herausgeben zu lassen, indem ich mir vorstellte, daß aus dem Kreise der Mitarbeiter und Leser dieser Zeitschrift in kurzer Zeit ein genügendes Material beschafft werden könnte. Doch wurde mir von dem Herausgeber dieser Zeitschrift der sehr berechtigte Einwand gemacht, daß — wegen der Verschiedenheit der Apparate — eine solche Kollektion nur wenig Verbreitung finden könne. Das muß ich zugeben, und beschränke mich daher auf den Vorschlag, daß diejenigen Kollegen, die, gleich mir, einen Übelstand in der abweichenden Behandlung des Lehrbuches empfunden haben, den Versuch machen möchten, solche „Klassenbilder“ — mit oder ohne Photographieen (s. o.) — herzustellen und in Gebrauch zu nehmen<sup>3)</sup>. Wenn sie dann über den Erfolg der Redaktion dieser Zeitschrift Mitteilung machten, so könnte auf Grund der gewonnenen Erfahrungen vielleicht manches verbessert werden; oder — das Bessere ist des Guten Feind — es findet jemand ein zweckmäßigeres Mittel.

Möge diese Anregung dazu verhelfen, den physikalischen Unterricht zu erleichtern. Ob auf dem angedeuteten, oder einem anderen, geeigneteren Wege, ist ja gleichgiltig, wenn es nur geschieht.

<sup>2)</sup> Bei dem in dieser *Zeitschr. IX 20* beschriebenen Lichtbrechungsapparat ist unten ein drehbarer Spiegel mit einem festen Diaphragma angebracht. Mit Hilfe dieses Spiegels kann man bei jedem Apparat gleichzeitig einen zweiten Lichtstrahl durch den Halbcylinder schicken. Hält man vor dem Spiegel in den Gang der Sonnenstrahlen in vertikaler Stellung ein feines Gitter (Stäbe und Lücken je 1 mm breit), so erscheint dieser Strahl auf der Scheibe des Apparates unterbrochen, etwa so: — — —. Bei Versuchen in der Klasse ist es natürlich einfacher, durch eine farbige Glasplatte den einen Stahl rot oder blau erscheinen zu lassen. Mein nach Dubrowskys Angaben konstruierter, sehr handlicher Heliostat giebt ein Lichtbündel von 14 cm Durchmesser, sodaß man, mit Hilfe zweier paralleler kleiner Planspiegel, genügend Licht ablenken kann.

<sup>3)</sup> Eine Kollektion dieser Art könnte jungen Fachkollegen oder dem Amtsnachfolger, resp. Vertreter, der die Apparate noch nicht durchprobiert hat, sehr dienlich sein. Mir selbst sind Skizzen von besonders gelungenen Versuchsanordnungen (fremden wie eigenen) später oft von großem Nutzen gewesen. Besonders wertvoll waren die Notizen über die Stellung und die Entfernung einzelner Apparate, z. B. für ein objektives Spektrum, u. s. w.

## Kleine Mitteilungen.

### Der Condensator im Wechselstromkreis.

Von **W. Weiler** in Eßlingen.

Ein Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, der in regelmäßiger Folge, mit der Stärke Null beginnend, bis zu einer bestimmten Grenze ansteigt, dann wieder bis Null abfällt und hierauf in entgegengesetzter Richtung nach demselben Gesetze anwächst und abnimmt.

Ein Condensator oder Verdichter, z. B. eine Franklinsche Tafel, eine Leydner Flasche, ein Kabel, ist eine Vorrichtung, in der parallele Leiter, die Belege, durch einen Nichtleiter getrennt sind. Werden den Belegen Elektrizitätsmengen von entgegengesetzten Zeichen zugeführt, so erlangen diese Belege eine Potentialdifferenz (einen Spannungsunterschied), deren Höhe den zuströmenden Elektrizitätsmengen proportional ist. Beim Anlegen der Elektrizitätsquelle an die Belege beginnen diese sich allmählich zu laden; verbindet man hierauf die Belege durch die beim Laden gebrauchten Zuführungsdrähte mit einander, so entsteht ein entgegengesetzt gerichteter Entladestrom, dessen Kurve von der Ladungskurve der Lage nach zwar verschieden, ihr der Gestalt nach aber congruent ist.

Schaltet man nun den Condensator in einen Wechselstromkreis ein, so wird er geladen, entladen, entgegengesetzt geladen, wieder entladen u. s. w. und durch die Leitung fließt ein Wechselstrom, dessen Stärke von der elektromotorischen Kraft (E.M.K.) der Stromquelle, von der Aufnahmefähigkeit oder Kapazität des Condensators und von der Größe des Widerstandes des Stromkreises abhängt. Die Potentialdifferenz der Condensatorbelege ist gegen die E.M.K. der Stromquelle nur um den Spannungsverlust kleiner, den der Lade- und Entladestrom in der Leitung erleidet.

Um nun die Vorgänge bei den Ladungen und Entladungen der Condensatorbelege anschaulich zu machen, geben BEDELL und CREHORE „*Alternating currents*,“ New-York 1893, deutsch von A. Buchener, Berlin, J. Springer, S. 230 das durch Fig. 1 erläuterte analoge Beispiel aus der Mechanik.

Der Condensator wird durch einen Glasballon dargestellt, in dem durch einen Kolben  $K$  Wasser verschoben werden kann. Wir nehmen zunächst den einfachsten Fall an: der Kolben werde direkt von der Hand in dem vollkommen cylindrischen Glasrohr hin- und herbewegt und das Glasrohr sei an die Glaskugel angeblasen oder umgekehrt die Kugel an das Rohr. Der elektrische Strom wird durch den in den Ballon ein- und ausdringenden Wasserstrom versinnlicht, die Potentialdifferenz der Belege durch die jeweilige Spannung der eingeschlossenen Luft und die veränderliche Klemmenspannung der Stromquelle durch die mit der Geschwindigkeit der Bewegung wechselnde Kraft, mit welcher der Arbeitskolben im Glascylinder hin- und hergeschoben wird. Auch sei der Druck der im Ballon eingeschlossenen Luft gleich dem Druck der äußeren Luft zu der Zeit, in welcher sich der Kolben  $K$  in der Mitte seines Weges befindet.

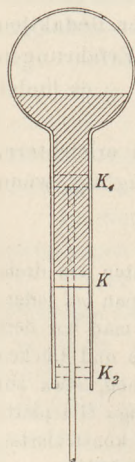


Fig. 1.

In dieser Stellung hat  $K$  seine größte Geschwindigkeit, die Spannung und Ladung im Ballon sind aber Null, da ja der Druck der Luft innerhalb und außerhalb des Gefäßes derselbe ist.

Ist hierauf der Kolben in  $K_1$ , seiner höchsten Lage, angekommen, so wird die Luft im Ballon am stärksten gepresst, ihre Spannung ist am größten und ebenso die Spannungsdifferenz der Condensatorbelege, auch die Wasser- und Elektrizitätsmengen haben ihr Maximum erreicht, die Stromstärke ist aber in diesem Augenblick Null, weil der Kolben im Umkehren begriffen ist. In der Zeit also, in welcher die Spannungsdifferenz der Belege ihr positives Maximum erreicht, ist der positive Ladestrom Null und wechselt seine Richtung.

Stellt man Strom und Potentialdifferenz (E.M.K.) durch Wellenzüge dar (Fig. 2), so eilt die Welle der Potentialdifferenz  $EMK$  der Stromwelle  $J$  um eine Viertelwelle voraus. Der Punkt  $b$  auf der Abscissenachse  $XY$  (Fig. 2) entspricht der Stellung des Kolbens in  $K_1$  (Fig. 1)

und dem Minimum des Stromes, der zugehörige Punkt  $f$  der Kurve  $EMK$  der höchsten Spannung der eingeschlossenen Luft und diese der Spannungsdifferenz der Condensatorbelege.

Während der Kolben von  $K_1$  zurück nach  $K$  bewegt wird, wirkt der Druck der zusammengedrückten Luft in derselben Richtung, in welcher das Wasser mit dem Kolben fließt, daher befinden sich die Wellenteile ihrer Kurven auf derselben Seite der Abscissenlinie  $fg$  und  $bc$ . Wenn der Strom wieder durch  $K$  geht, erreicht er seine größte negative Geschwindigkeit ( $c$ ), die Spannung wird wieder Null ( $g$ ), von da an aber positiv und wirkt wieder der negativen Stromrichtung entgegen ( $gh, ei$ ). Die Wellenlinie läßt erkennen, daß der Druck der eingeschlossenen Luft, d. h. die Condensatorspannung (E.M.K.) um eine Viertelperiode früher die nämliche Phase besitzt als die Stromstärke.

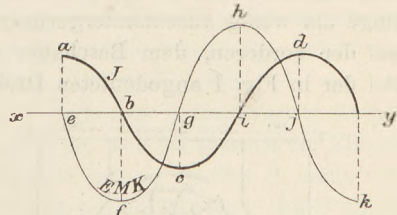


Fig. 2.

In der angegebenen Form ist aber die Vorrichtung der Fig. 1 nur ideell; in Wirklichkeit muß man sie abändern. Das Glasrohr muß an den Ballon angekittet werden; es soll eine solche Weite haben, daß der Kolben einen ziemlich weiten Weg zurückzulegen hat, bis der Ballon höchstens zu Zweidrittel gefüllt wird. Der Kolben wird durch eine Kurbelwelle oder eine Excenterscheibe angetrieben; der Wasserzu- und abfluß im Ballon entspricht dann dem Lade- und Entladestrom der Condensatorbelege. Ferner kann die Spannungszu- und abnahme im Ballon dadurch sichtbar gemacht werden, daß man den Ballon so wählt, daß eine dünne Gummiplatte mit Faden darauf befestigt werden kann, nachdem das Wasser bei der Stellung  $K$  des Kolbens eingefüllt worden ist. Will man die Bewegung dieser Membran auf größere Entfernung sehen lassen, so bringt man darüber einen doppelarmigen Hebel mit hölzernen Armen an, wovon der kürzere Arm auf der Platte aufliegt, oder läßt man durch die Platte einen kleinen Spiegel bewegen, der seine kleinen Bewegungen durch einen Lichtstrahl vergrößert; endlich könnte man ein Quecksilbermanometer auf den Ballon setzen.

Noch einfacher und nicht weniger anschaulich dürfte man diese etwas verwickelten Vorgänge mit einer leicht herzustellenden Drahtspirale nachweisen können (Fig. 3.) Ihre Dimensionen richten sich nach der Größe des Zuschauerkreises. Für einen kleineren Kreis genügt eine Spirale von 1 cm Weite, 1 bis 1,5 mm Drahtdicke und 20 bis 30 cm Länge. Man hängt sie senkrecht an einem Holzgestell in einer Glasröhre auf, hebt und senkt sie mittels Kurbelwelle oder besser noch mittels Excenterscheibe; ein Führungsstift geht durch die ganze Spirale. Der Glasrohrinhalt entspricht der Kapazität des Condensators, die eindringenden Windungen entsprechen dem Wasserfluß und dem elektrischen Strom, die zusammengedrückten Spiralwindungen lassen auf ihre Spannung schließen; diese zeigt sich aber noch deutlicher, wenn man die Kurbel plötzlich frei läßt. Die Spannung der Spirale muß Null sein, wenn die Kurbel horizontal steht. Durch zwei schmale Querleisten am Gestell kann man noch die Punkte  $K_1$  und  $K_2$  bezeichnen, d. h. die höchsten und niedersten Punkte.

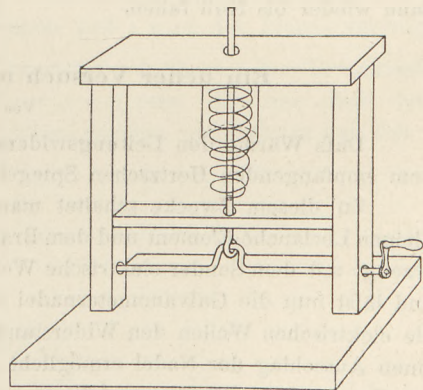


Fig. 3.

### Die Vorgänge in den Ankerwindungen einer Grammeschen Maschine.

Von A. Kadesch zu Wiesbaden.

Um auf außerordentlich einfache Weise, sozusagen mit einem Blick, die in den Ankerwindungen einer Grammeschen Maschine stattfindenden Vorgänge zu übersehen — nicht zum Zweck einer streng wissenschaftlichen Ableitung — kann man sich einer von Herrn Dr. KAISER zu Wiesbaden herrührenden Idee bedienen. Diese besteht darin, daß

man sich die Ampèreschen Randströme eines Magnets durch einen einzigen, die Indifferenzstelle umfließenden stärkeren Ampèrestrom ersetzt denkt, welcher Mittelstrom heißen möge. Denkt man sich also nach SCHELLEN den Ring der durch Fig. 1 schematisch dargestellten Maschine den Polen der Feldmagnete gegenüber durchschnitten, so sind die entstehenden Halbringmagnete durch zwei Mittelströme ( $a$  und  $b$  der Fig. 2) ersetzbar. In Fig. 2 sind die Halbringe ein wenig auseinandergerückt gezeichnet und die Richtungen, welche die Mittelströme auf der vorderen, dem Beschauer zugekehrten Seite haben, durch Pfeilspitzen angegeben. Bei der in Fig. 1 angedeuteten Drehrichtung des Ankers nähern sich nun seine gerade links

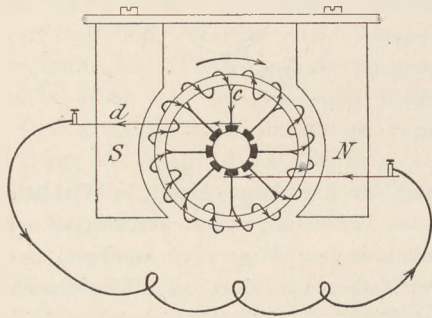


Fig. 1.

entgegengesetzt gerichtete (zu  $a$  gleichgerichtete) Ströme hervorrufen. Die Richtungen, welche die so links und rechts induzierten Ströme besitzen, sind in Fig. 1 durch Pfeilspitzen dargestellt. Alle diese Ströme fließen bei  $c$  zusammen und durch die obere Schleifbürste  $d$  (Fig. 1) aus der Armatur aus.

Da die elektromotorische Kraft jeder Windung beim Vorübergehen an  $a$  und  $b$  ihr Zeichen ändert, so muß erstere auf dem Weg von einem dieser Mittelströme zum anderen von Null bis zu einem Maximum zunehmen, das in der Mitte des Weges erreicht wird, und dann wieder bis Null fallen.

befindlichen Windungen dem Mittelstrom  $a$  und entfernen sich von dem Mittelstrom  $b$ , während sich die rechten Windungen dem Mittelstrom  $b$  nähern und von dem Mittelstrom  $a$  entfernen. Demnach werden nach dem Lenzschen Gesetz in den linken Windungen elektromotorische Kräfte wachgerufen, die zu  $a$  entgegengesetzt gerichtete (zu  $b$  gleichgerichtete) Ströme erzeugen; in den rechten Windungen dagegen entstehen elektromotorische Kräfte, die zu  $b$

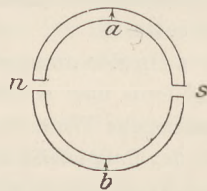


Fig. 2.

### Ein neuer Versuch mit den Hertz'schen Spiegeln.

Von O. Leppin zu Berlin.

Dafs Wärme den Leitungswiderstand vergrößert, läßt sich auf sehr leichte Weise mit dem empfangenden Hertz'schen Spiegel nachweisen.

Zu diesem Zwecke schaltet man ein empfindliches Vertikalgalvanometer mit einem kleinen Leclanché-Element und dem Branly'schen Cohaerer des Empfängers in einen Stromkreis, erzeugt mit dem Sender elektrische Wellen, die einen Ausschlag des Galvanometers bewirken, und läßt nun die Galvanometernadel in der Auslage zur Ruhe kommen. Man hat also durch die elektrischen Wellen den Widerstand der Spänchen im Cohaerer vermindert und dadurch einen Ausschlag der Nadel ermöglicht. Berührt man jetzt ganz vorsichtig den Cohaerer mit der Hand, ohne ihn zu erschüttern, so wird die Wärme der Hand den Widerstand der Metallspänchen derartig vergrößern, dafs die Nadel des Galvanometers sogleich auf Null zurückgeht. Nimmt man die Hand ganz fort, so wird die Nadel wieder ausschlagen, ein Beweis, dafs man zuvor nur Widerstand hervorgerufen, nicht aber jenen starrkrampfartigen Zustand der Spänchen aufgehoben hatte. Erschüttert man dagegen den Cohaerer, so wird die Nadel endgültig auf Null zurückkehren. Es ist nicht einmal erforderlich, den Cohaerer zu berühren, einfaches Nähern der Hand oder vorsichtiges Umschließen der Röhre ohne Berührung sind ausreichend, die gleichen Ergebnisse hervorzurufen.

Thermoströme werden nicht in dem Cohaerer erzeugt; denn einerseits kehrt die Nadel des Galvanometers nur bis auf Null zurück und schlägt nicht nach der anderen Seite über Null hinaus aus, andererseits tritt auch kein Ausschlag der Nadel durch die Berührung mit der Hand ein, wenn das Galvanometer sich im Ruhezustand befindet.

## Eine elementare Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes aus dem ersten Keplerschen Gesetz.

Von **H. Oppler** in Berlin.

Der folgende Versuch einer Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes setzt aus der analytischen Geometrie nur die Formel für den Inhalt der Ellipse und die Mittelpunkts-gleichung dieser Kurve voraus. Da die analytische Geometrie in den Lehrplan der Prima aufgenommen ist, scheint einer solchen Voraussetzung nichts entgegenzustehen, zumal die Primaner gerade jene beiden Formeln meist leicht verstehen und gut behalten.

Die Sonne befinde sich im Punkte  $S$  (Fig. 1). Dann ist nach dem 1. Keplerschen Gesetz die Bahn eines Planeten eine Ellipse, deren einer Brennpunkt  $S$  ist. Die Halbachsen der Ellipse seien  $a$  und  $b$ , ihre lineare Excentricität  $e$ . Der Planet befinde sich im Perihel  $A$ , seine Geschwindigkeit in diesem Punkte sei  $v$ , seine Umlaufzeit  $T$  und seine Masse  $=1$ . Für Punkte

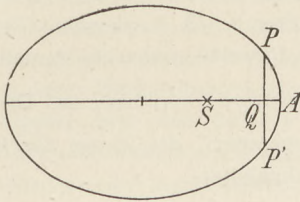


Fig. 1.

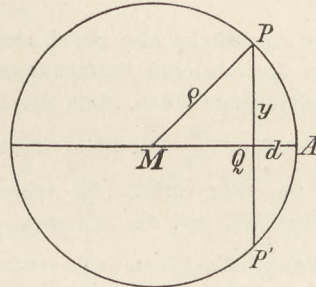


Fig. 2.

in der Nähe von  $A$  kann man die Ellipse durch einen Kreis ersetzen, welcher drei benachbarte Punkte  $A$ ,  $P$  und  $P'$  (Fig. 2) mit derselben gemeinsam hat.  $P$  und  $P'$  seien so gewählt, daß  $AP = AP'$  ist;  $PP'$  schneide  $AS$  in  $Q$ , es sei  $AQ = d$ ,  $PQ = y$ , der Radius des Kreises  $\rho$  und sein Mittelpunkt  $M$ . Dann muß auf den Planeten, um ihn in seiner Bahn zu erhalten, die Centrkraft  $k = \frac{v^2}{\rho}$  wirken (s. Anm.). In der kleinen Zeit  $\tau$  wird der Planet vermöge der Geschwindigkeit  $v$  die Strecke  $v\tau$  zurücklegen. Demnach wird die von dem Brennstrahl  $SA$  in der Zeit  $\tau$  beschriebene Fläche  $\frac{1}{2} v\tau \cdot AS = \frac{1}{2} v\tau (a - e)$  sein. Da nun nach dem Flächensatze in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschrieben werden, so ist die in der Zeit  $T$  beschriebene Fläche  $= \frac{v(a-e)}{2} \cdot T$ . Es ist also:

$$\frac{v(a-e)}{2} T = \pi ab, \text{ gleich dem Inhalte der Ellipse, und}$$

$$v = \frac{2\pi ab}{T(a-e)}.$$

Ferner folgt aus dem rechtwinkligem Dreieck  $MPQ$ :

$$\rho^2 = (\rho - d)^2 + y^2, \quad \rho = \frac{y^2 + d^2}{2d}.$$

$P$  ist aber auch ein Punkt der Ellipse; seine Coordinaten sind  $a-d$  und  $y$ . Folglich ist:

$$b^2(a-d)^2 + a^2y^2 = a^2b^2$$

$$y^2 = \frac{2ab^2d - b^2d^2}{a^2}$$

$$\rho = \frac{2ab^2 + (a^2 - b^2)d}{2a^2}.$$

Lassen wir jetzt  $P$  und  $P'$  mit  $A$  zusammenfallen, so wird  $d=0$  und wir erhalten:

$$\rho = \frac{b^2}{a}$$

$$k = \frac{v^2}{\rho} = \frac{4\pi^2 a^2 b^2}{T^2 (a-e)^2} \cdot \frac{a}{b^2} = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2 (a-e)^2}.$$

Nehmen wir nun an, daß ein zweiter Planet sich in einer anderen Ellipse bewegt, für welche das Verhältnis  $\frac{a'^3}{T'^2}$  dasselbe ist, wie vorher, so wird sein Abstand von  $S$  im Perihel  $a' - e'$  ein anderer sein. Dann ist die auf die Einheit seiner Masse wirkende Kraft

$$k' = \frac{4 \pi^2 a'^3}{T'^2 (a' - e')^2} = \frac{4 \pi^2 a^3}{T^2 (a' - e')^2}.$$

$k$  ist also umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung von  $S$ , q. e. d.

Betrachten wir jetzt zwei Planeten, die sich in beliebigen elliptischen Bahnen bewegen. Auf den einen mögen sich wieder die Buchstaben  $k, a, T$ , auf den anderen  $k', a', T'$  beziehen. Dann ist die Kraft, die in der Entfernung 1 auf die Einheit der Masse bei beiden wirkt,

$$k = \frac{4 \pi^2 a^3}{T^2}$$

und

$$k' = \frac{4 \pi^2 \cdot a'^3}{T'^2}.$$

Da diese Ausdrücke also gleich sind, so verhalten sich die Quadrate der Umlaufzeiten wie die Kuben der mittleren Entfernungen von der Sonne. (3. Keplersches Gesetz.)

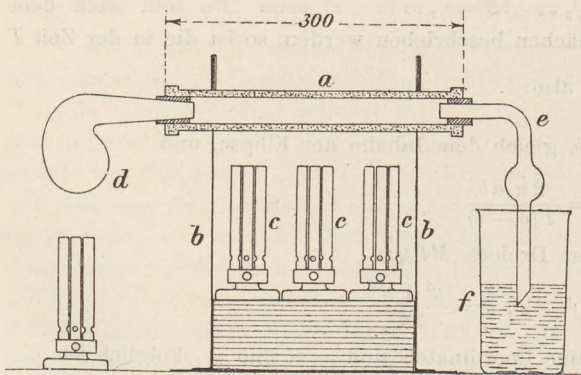
Es ist selbstverständlich, daß die beim ersten Beweise gemachte Annahme, daß für den zweiten Planeten  $\frac{a^3}{T^2}$  denselben Wert besitze, eigentlich überflüssig ist. Denn nach dem 3. Gesetz ist sie stets erfüllt. Es schien aber angemessen, den Gang des Beweises dort nicht zu unterbrechen und das 3. Gesetz besonders abzuleiten.

Anmerkung. Es könnte scheinen, als ob die in  $S$  wirkende Kraft noch eine tangentielle Komponente haben müßte, welche die Änderung der Geschwindigkeit bedingt. Da aber die in  $A$  an die Ellipse gelegte Tangente auf  $AS$  senkrecht steht, so ist die tangentielle Komponente für den Punkt  $A$  gleich Null.

### Dissociation von Salmiak.

Von Dr. August Harpf in Pzibram.

Bekanntlich waren es Pebal und Than, welche die Dämpfe des dissociierten Salmiaks zuerst durch ein Diaphragma trennten, indem das spezifisch leichtere Ammoniak bedeutend



rascher durch dasselbe hindurch diffundiert als der spezifisch schwerere Chlorwasserstoff. Um diesen Vorgang nun in der Vorlesung rasch zeigen zu können, habe ich folgenden einfachen Apparat zusammengestellt.

$a$  ist ein gebranntes unglasiertes Thonrohr, welches auf einem Blechgestell  $b$  ruht und mittelst der mehrfachen Brenner  $c c c$  stark erhitzt werden kann. Links ist mittelst eines Korkstopfens die Retorte  $d$  eingesteckt, in welcher Salmiak mittelst des

untergestellten mehrfachen Brenners zum Verdampfen gebracht wird. Rechts ist ebenso ein knieförmiges Rohr  $e$  eingesteckt, welches kugelförmig aufgeblasen und unten schief abgeschnitten ist, um das Zurücksteigen der Flüssigkeit aus  $f$  zu vermeiden. In  $f$  befindet sich Wasser, welches durch ein paar Tropfen Lackmüstinktur und 1 Tropfen Ammoniak deutlich blau gefärbt ist. Man erhitzt zuerst das Rohr  $a$ , dann den Salmiak. Sowie die Dämpfe desselben in das heiße Rohr  $a$  gelangen, tritt die Dissociation ein, das Ammoniak diffundiert durch die Thonwände, während das spezifisch schwerere Chlorwasserstoffgas weiter strömt und die Lackmüstinktur in  $f$  rot färbt. In fünf Minuten ist der ganze Versuch beendet.



**Für die Praxis.**

Die Funkentelegraphie in der Schule. Von Prof. Emanuel v. Job in Triest. Die Funkentelegraphie läßt sich mit den in jedem physikalischen Kabinette vorhandenen Lehrmitteln durch folgende Anordnung mit befriedigendem Erfolge vorführen:

Man stellt dem einen Pole einer Influenz-Maschine (A, Fig. 1), deren anderer Pol mit der Erde verbunden ist, eine isolierte Metallkugel (B) gegenüber, die durch einen Draht mit einer Metallplatte (C) von einigen qdm Oberfläche verbunden ist. Solange die Influenzmaschine im Betriebe ist, geht von ihrem einen Pol auf die isolierte Metallkugel ein dauernder Funkenstrom über, der elektrische Wellen erzeugt und dadurch den Empfänger (Fig. 2) erregt, dessen Morseschreiber (M) eine ununterbrochene Reihe von Punkten aufzeichnet. Unterbricht man jedoch den Funkenstrom und somit die Reihenfolge der Punkte, indem man zwischen den Maschinenpol und die Metallkugel eine Hartgummischeibe entsprechend ein- und ausschaltet oder den Pol mit der Hand abwechselnd berührt, so erhält man auf dem Papierstreifen des Schreibers kürzere oder längere Reihen von Punkten, die den Punkten und Strichen der Morseschrift entsprechen. Bei einiger Übung ist man imstande, auf diesem einfachen Wege deutliche Zeichen zu übermitteln.

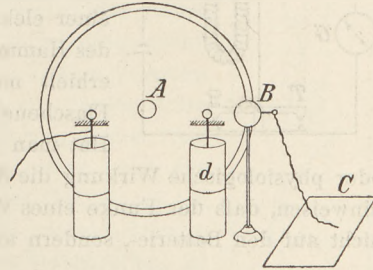


Fig. 1.

Die Anordnung des Empfängers (Fig. 2) ähnelt der Einrichtung Marconis, weicht jedoch insofern davon ab, als die stärkere Batterie des Empfängers nicht mit dem Elektromagneten, sondern mit dem Unterbrecher des Klopfers verbunden ist. Dadurch wird das Anhaften des Klopfers an dem Elektromagneten vermieden.

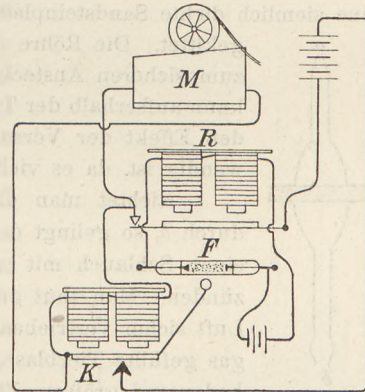


Fig. 2.

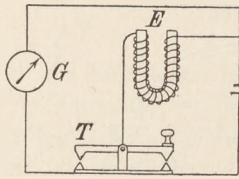
Das Relais (R) kann ein deutsches oder englisches sein, muß aber sehr fein eingestellt werden. Der Unterbrecher ist ein gewöhnliches Rasselwerk, das so gestellt sein muß, daß der Klopfer sich in einer vertikalen Ebene bewegt. An Stelle der Glocke tritt der Fritter (F). Der Fritter kann aus einer 4–5 cm langen Glasröhre bestehen, in der zwischen zwei verstellbaren Kupferscheibchen grobe Eisenfeilspäne sich befinden. Die Scheibchen sind an zwei Drähten, die je einen Blechflügel tragen, angelötet.

Anmerkung: Statt der Metallplatte kann mit Vorteil ein isolierter wagrechter Kupferdraht von 1–2 m Länge mit dem Entlader der Influenzmaschine in Verbindung gebracht werden. Dann muß aber auch ein Pol des Fritters mit einem ebensolangen, wagerechten isolierten und parallel zu dem ersteren ausgespannten Drahte verbunden und der andere Pol an Erde gelegt werden. Auf diese Weise kann bis auf eine Entfernung von 20 m telegraphiert werden. Um die Zeichen auch akustisch wahrnehmbar zu machen, kann man parallel zu dem Morseschreiber eine elektrische Glocke schalten.

Zur Demonstration des Extrastromes. Von Dr. A. Schmidt in Friedenau. Zur Demonstration des Extrastromes können neben dem von Herrn Geschüser in dieser Zeitschr. XI 83 beschriebenen Apparat auch beliebige Spulen dienen, die zu andern Zwecken in der physikalischen Sammlung sich befinden. Ich bin auf einen solchen Versuch aufmerksam geworden durch einen kleinen Elektromagneten, der zur Öffnung einer Gartenthür dient. Wenn man hier mit dem einen Finger den Stift, mit dem andern das metallene Gehäuse des Druckknopfes berührt, so erhält man bei der Unterbrechung des Stromes einen auffallend kräftigen Schlag. Im Unterricht benutze ich zur Demonstration den Kohlschen Elektromagneten E zum Waltenhofenschen Pendel gehörig (1925 im Katalog No. 9) und ein Vertikalgalvanometer G (Keiser & Schmidt No. 1096); die beigefügte Skizze zeigt die Anordnung, in

der natürlich der Morsetaster *T* auch durch andere Apparate ersetzt werden kann, die einen schnellen Wechsel der Verbindung gestatten. (Herr Spies, dem in der *Urania* ein großer Elektromagnet zur Verfügung steht, kann sogar eine Glühlampe durch den Extrastrom speisen.) Endlich habe ich auch unter noch größerer Beschränkung den Extrastrom dadurch demonstriert, daß ich auf zwei Stellen einer elektrischen Klingel, zwischen denen die Unterbrechungsstelle des Hammers liegt, zwei Finger einer Hand fest auflegen liefs. Hier erhielt man bei einer kleinen Klingel (5 M.) und einem kleinen Flaschenelement schon deutliche, wenn auch schwache Schläge. —

Hat man auf die eine oder andere Weise durch Glühen, magnetische oder physiologische Wirkung die Stärke des Extrastromes gezeigt, so kann man auch darauf hinweisen, daß der Funke eines Wagnerschen Hammers (besonders beim Induktionsapparat) nicht auf den Batterie-, sondern auf den Extrastrom zurückzuführen ist.

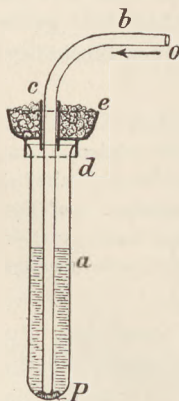


**Demonstration der Porosität von Steinplatten.** Von J. Deisinger in Wien. An eine ziemlich dichte Sandsteinplatte (ca.  $8 \times 8$  cm,  $1\frac{1}{2}$  cm Dicke) ist jederseits ein Glastrichter gekittet. Die Röhre des oberen ist in eine Spitze ausgezogen, die des unteren zum sicheren Anstecken eines Gasschlauches passend geformt. Die Steinplatte kann außerhalb der Trichter mit einem durchsichtigen Lack gestrichen sein, was den Effekt der Versuche nicht unwesentlich erhöht, aber nicht unbedingt notwendig ist, da es vielleicht die Deutlichkeit des Apparates beeinträchtigt.



Richtet man die Spitze gegen die Flamme einer Wachskerze und bläst durch *b*, so gelingt es leicht, die Flamme auszulöschen. Verbindet man *b* durch einen Schlauch mit einer Gasleitung, so kann man das Gas an der Spitze entzünden. Man thut gut, mit dem Entzünden einige Minuten zu warten, bis die Luft sicher vertrieben ist. Verwendet man zu diesem Versuche eine mit Leuchtgas gefüllte Tierblase, auf welche man mit der Hand drückt, so erhält man eine bedeutend größere Flamme. — Es dürfte die Demonstration dieser Erscheinung wegen des Hinweises auf die Ventilation bewohnter Räume durch die Wände, auf die Schädlichkeit des Ölanstriches bei Gebäuden u. s. w. nicht unwichtig sein<sup>1)</sup>.

**Verbrennen von Phosphor unter Wasser.** Von Dr. August Harpf in Przbiam. Ein sehr schöner Versuch, Phosphor unter Wasser durch Zuleiten von Sauerstoff zu verbrennen, ist in Heumanns „Anleitung zum Experimentieren“ II. Aufl. 1893 S. 364 beschrieben. Der dort gezeichnete Apparat zeigte jedoch den Übelstand,



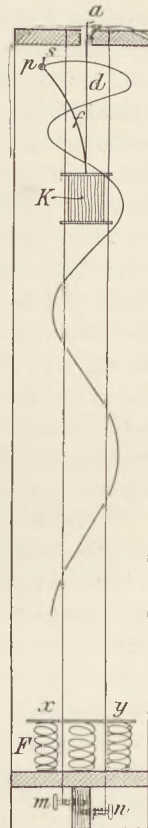
daß durch die Gewalt des Sauerstoffgasstromes Phosphortröpfchen auch bei vorsichtigem Arbeiten herausgeschleudert wurden und dadurch den Vortragenden gefährden. Ich habe diesen Versuch nun durch eine einfache kleine Abänderung zu einem ungefährlichen gestaltet. *a* ist das Probierglas, in welchem sich Wasser und unten etwas Phosphor befindet und welches zum Schutz noch in ein größeres Becherglas mit Wasser eingestellt und in diesem vorsichtig erhitzt wird. *b* ist das Messingröhrchen zum Zuleiten des Sauerstoffes. Über dieses Rohr *b* habe ich nun eine Hülse *c*, aus einem etwas weiteren Messingrohr bestehend, geschoben, an welche Hülse an einem Querboden ein kurzer Hohlcylinder *d* nach unten und ein etwas erweitertes Gefäß *e* (beide aus Messingblech) nach oben angelötet sind. Das Ganze ist verschiebbar und paßt mit dem cylindrischen Teil *d* auf die Öffnung des Probierglases. Der gefäßartig erweiterte obere Teil *e* wird mit Eis oder Schnee oder auch mit kaltem Wasser gefüllt, während der Versuch in gewöhnlicher Weise nach Heumann durchgeführt wird. Die vom Sauerstoffstrom mit heraufgewirbelten Phosphortröpfchen setzen sich innerhalb des unteren Teiles *d* der Hülse an und bleiben dort kleben, ohne gefährlich werden zu können.

<sup>1)</sup> Den Apparat liefert der Glaskünstler Woytacek, Wien VII. 1. Westbahnstr. 3 zum Preise von 2 M.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

Eine einfache Fallmaschine beschreibt ROBERT NEUMANN in den *Period. Blättern f. naturk. u. math. Schulunterricht V 21, 1898*. Sie besteht aus einem 2 m langen, lotrechten, möglichst ebenen und mit Papier bespannten Brette von 22 cm Breite. Oben und nahe dem unteren Rande sind 2 Brettchen rechtwinklig angesetzt, und zwischen diesen mittels Schrauben 2 Drähte (Klaviersaiten) parallel gespannt, die dem fallenden Körper, einem aus hartem Holze gefertigten und mit Bleischrot gefüllten Kästchen *K*, als Führung dienen. Am oberen Deckel des Kästchens ist ein Draht *d* befestigt, mit dem es an der einfachen Auslösevorrichtung *a* hängt. In einem Schlitz des Deckels ist ein 13 mm breiter elastischer Stahlstreifen *f* so eingeklemmt, daß er beim Schwingen die Führungsdrähte nicht berührt. Das obere Ende des Stahlstreifens ist zu einer engen Röhre umgebogen, durch die sich ein Pinsel *p* streng einschieben läßt. Der federnde Stahlstreifen wird vor dem Versuche seitwärts gebogen und von einem in das Brett geschraubten Stifte *s* in dieser Lage festgehalten. Zieht man die Auslösevorrichtung an, so fällt das Kästchen, die Feder verläßt gleichzeitig den Stift und beginnt ihre isochronen Schwingungen, wobei der Pinsel die Fallkurve auf das Papier zeichnet, aus der man die Fallgesetze mit ausreichender Genauigkeit herleiten kann. Zum Aufspannen verwendet man Rollenpapier, das man in Streifen von geeigneter Breite schneidet und mit Reissnägeln befestigt. Den Pinsel befeuchtet man mittels einer Schreibfeder stark mit dünnflüssiger Tinte. Zur Abschwächung des Stofses dienen drei am Bodenbrett befestigte starke Spiralfedern oder ein mit Sand gefülltes Kästchen. Durch Neigen des Brettes kann man auch die Gesetze des Falls auf der schiefen Ebene ableiten. Will man dabei das Aufspannen eines neuen Papierstreifens ersparen, so verwende man bei diesem Versuche rote Tinte zur Befeuchtung des Pinsels.



H. H.-M.

**Einfacher Versuch zur Bestimmung der Ausdehnung des Wassers durch die Wärme.** Von M. MITTAG. Man spanne eine Kochflasche, Literkolben, in ein Stativ und zwar in schräger Stellung, so daß der Hals der Flasche mit der Vertikalen etwa einen Winkel von  $45^\circ$  bildet, fülle dieselbe mit 1 abgemessenen Liter abgekochten oder destillierten Wassers bis zum Überlaufen; nötigenfalls sind noch einige ccm Wasser nachzufüllen. Vorher bringt man noch ein in das Wasser tauchendes Thermometer an. Nach Feststellung der Anfangstemperatur erhitzt man und fängt das überlaufende Wasser in einer Schale auf. Nach einem beliebigen Temperaturintervall wird die Endtemperatur abgelesen, die Schale durch eine andere ersetzt und die Anzahl der zuerst ausgeflossenen ccm Wasser mit einem Meßcylinder bestimmt. Man findet, daß der Ausdehnungscoefficient bei höherer Temperatur größer ist. Hatte man bei  $20^\circ$  1002 ccm in der Flasche, so sind bei  $50^\circ$  etwa 10, bei  $80^\circ$  jedoch 27 ccm ausgeflossen. Zur Controlle kann man sich der folgenden Tabelle (nach Volkmann) bedienen: 1 Liter Wasser von  $0^\circ$  misst bei  $20^\circ$  1002 ccm, bei  $30^\circ$  1004,  $40^\circ$  1008,  $50^\circ$  1012,  $60^\circ$  1017,  $70^\circ$  1023,  $80^\circ$  1029,  $90^\circ$  1036,  $100^\circ$  1043 ccm. (*Period. Blätter f. nat. u. math. Unt., 1897, IV S. 66.*)

### 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Das Zeemannsche Phänomen.** Zum Zwecke genauerer Messungen versucht ZEEMANN (*Phil. Mag. 45, 197; 1898*), die Strahlungserscheinung im magnetischen Felde photographisch zu fixieren. Geht der Lichtstrahl parallel zu den Kraftlinien, so wird nach den mit der Lorentzschen Theorie übereinstimmenden Beobachtungen ZEEMANN'S (*d. Ztschr. X 159, 1897*) eine Spektrallinie verdoppelt; es entsteht ein „Doublet“, dessen Teile entgegengesetzt circular polarisiert sind. Geht das Licht senkrecht zu den Kraftlinien, so wird die Linie ver-

dreifach; es entsteht ein „Triplet“, dessen Seitenteile dem mittelsten entgegengesetzt linear polarisiert sind. Von den drei Linien eines „Triplets“ wird die mittlere durch ein Nicol unterdrückt und die Entfernung zwischen den beiden äusseren Componenten gemessen. Hierzu wurden zwei photographische Negative hergestellt, das eine mit und das andere ohne magnetisches Feld. Das Spektrum wurde durch ein Rowlandsches Gitter entworfen. Die Elektroden waren aus verschiedenen Metallen, und das Magnetfeld war sehr kräftig. Die Messungen bezogen sich vorläufig nur auf einen kleinen Teil des Spektrums und sollen später ausgedehnt werden. Mit einem Mikroskop konnten Hundertstel Millimeter direkt gemessen und Tausendstel geschätzt werden. Bei einem Spektrum mit scharfen Linien, wie Zink und Cadmium, waren die Messungen sehr genau, bei Kupfer und Zinn war nur eine Schätzung möglich. Während einige Linien von dem Felde stark beeinflusst werden, schien dieses bei anderen Linien desselben Metalls kaum merklich der Fall zu sein. So zeigten drei Zinklinien eine sehr starke, drei andere gar keine Änderung. In der Anordnung der Spektrallinien in einzelnen Serien, wie sie Kayser und Runge (*Wied. Ann.* 43, 394, 1891) gegeben haben, bilden die drei ersten Linien die dem Werte 3 des Brechungsexponenten ihrer Formel entsprechende „zweite Nebenserie“; die zweite Liniengruppe gehört zu der „ersten Nebenserie“, für die  $n = 4$  ist. Weitere Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob alle Linien der „ersten Serien“ nicht, alle der „zweiten“ aber vom Magneten beeinflusst werden.

Auf ähnlichem Wege wie ZEEMANN sucht Th. PRESTON zu quantitativen Ergebnissen bei der Strahlung im magnetischen Felde zu gelangen (*Phil. Mag.* 45, 325, 1898). Er benutzte das grosse Rowlandsche Gitter der Königl. Universität von Irland, das einen Radius von 21,5 Fufs hat. Das dadurch erzeugte Spektrum konnte auf einer 50 cm langen und 6 cm breiten photographischen Platte fixiert werden. Verf. beschreibt das Phänomen genauer, wie es sich besonders deutlich bei vier Linien von Cadmium und Zink im Blau und Violett darstellt. Geht der Lichtstrahl in der Richtung der Kraftlinien, so werden alle Linien deutlich verdoppelt, wird die Lichtquelle senkrecht zu den Kraftlinien betrachtet, so werden die Linien teils verdreifacht, teils vervierfacht. Ein Nicol zeigt deutlich die Polarisation der Teile in zwei senkrechten Ebenen. Mit blofsem Auge konnte man noch einige Modifikationen der Erscheinung erkennen, die die Platte nicht angab. Die beiden D-Linien zeigten sich verschieden verändert; während die Linie  $D_2$  in sechs scharfe, gleich von einander entfernte Linien zerlegt wurde, bildete  $D_1$  zwei Paar Linien, in deren Mitte sich ein gröfserer Zwischenraum befand. Um diese Erscheinung deutlich sehen zu können, muss man eine sehr schwache Salzlösung nehmen. Diese Modifikationen des normalen „Triplets“ erklärt Verf. durch Umkehrung oder teilweise Absorption einer oder mehrerer Componenten des Triplets. Doch können die Spektrallinien selbst auch wieder zusammengesetzt sein und jeder Teil für sich zur Zerlegung gelangen. Eine Untersuchung des Eisenspektrums zeigte, dafs in einem sehr starken Felde die Mehrzahl der Linien in Triplets aufgelöst wurden, andere Linien waren nur verdoppelt, und eine dritte Gruppe zeigte keine bemerkbare Beeinflussung durch das Feld. Die Liniendistanz war nur etwa halb so grofs wie bei Cadmium und Zink, die Auflösung der Eisenlinien daher nicht leicht. PRESTON untersuchte auch die Spektren verschiedener Gase. Die für gewöhnlich sehr hellen und scharfen Linien des Wasserstoffs waren im magnetischen Felde schwach und verschwommen, liefsen aber keine Zerlegung erkennen. Ebenso erschienen auch die Linien der Luft verbreitert, ohne aufgelöst zu werden. Wurde aber ein Nicol in den Gang der Strahlen gebracht, so erhielt man auf der photographischen Platte eine verdoppelte Linie, indem der mittlere Teil des Triplets ausgelöscht war. Die Wirkung des magnetischen Feldes auf die Gase ist also eine viel schwächere. PRESTON misst die Entfernung der beiden Seitenlinien eines „Triplets“ für Cadmium und Zink bei verschiedenen Wellenlängen und findet dabei, dafs die Wirkung des Magnetfeldes zuerst wächst mit abnehmender Wellenlänge, dann aber nach Erreichung eines Maximums allmählich kleiner wird. Die Auflösung entsprechender Linien für Zinn waren nur halb so grofs als die für Zink oder Cadmium. PRESTON hofft mit einem noch stärkeren Magnetfelde alle Spektrallinien aufzulösen und das Gesetz, nach dem sie sich vielleicht in Gruppen ordnen lassen, feststellen zu können.

Schk.

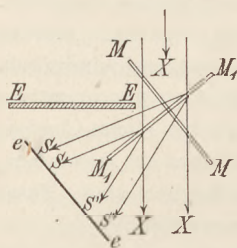
**Kathoden- und Röntgenstrahlen.** Die neuerdings durch Versuche von Thomson und Wien sehr wahrscheinlich gemachte Hypothese, dass die Kathodenstrahlen negative Ladungen führende träge Massen sind (*diese Ztschr. XI 85*), wird auch von LENARD angenommen (*Wied. Ann. 64. 279; 1898*). Die Strahlen wurden durch ein Aluminiumfenster in einen aufs äußerste (bis auf  $10^{-8}$  Atm.) evakuierten Raum geleitet, gingen hier durch zwei zur Erde abgeleitete Diaphragmen und trafen am Ende einer engen cylindrischen, auch zur Erde abgeleiteten Hülle auf eine dicke Aluminiumplatte, die mit einem Exnerschen Elektroskop oder einem Quadrantelektrometer in Verbindung stand. Dieses zeigte stets negative Elektrizität an, die ausblieb, wenn die Strahlen durch einen Magneten abgelenkt wurden. Auch an der Hülle und den Diaphragmen bildeten sich negative Ladungen. Die Strahlen wurden dann symmetrisch zwischen zwei Condensatorplatten hindurchgeleitet. Waren diese geladen, so krümmten sich die Strahlen und zwar so, daß ihre hohlen Seiten der positiven Platte zugewandt waren. Bei zunehmender Ladung wanderte der durch die Strahlen erzeugte Fluoreszenzpunkt näher an die positive Platte heran. Damit war die elektrostatische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen erwiesen. Die von der Theorie für Massen von bestimmter Ladung und Geschwindigkeit geforderte Konstanz des Produktes der Verschiebung und des elektrischen Feldes, bezw. magnetischen Feldes weist LENARD als vorhanden nach. Aus dieser Constanten berechnet er das Dichteverhältnis  $\epsilon/m$  (Ladung durch Masse) und die Geschwindigkeit  $v$  für drei verschiedene Arten von Kathodenstrahlen. Es zeigte sich, daß die magnetisch stärker ablenkbaren Strahlen auch elektrisch stärker ablenkbar sind. Die Geschwindigkeit war bei allen etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Daß ein festes Dielektrikum während der Durchsetzung von Kathodenstrahlen von negativer Elektrizität durchstößt wird, zeigt Verf. durch einen besonderen Versuch mit einem Condensator, dessen Dielektrikum Schellack ist. LENARD erklärt die Kathodenstrahlen als „besondere, bisher unbemerkt gebliebene Teile des Äthers, welche selbständig beweglich sind, Masse (Trägheit) besitzen und die zugleich als Träger elektrischer Ladungen auftreten“.

Nach der Emissionshypothese müssen die Kathodenstrahlen in einem elektrostatischen Felde, dessen Kraftlinien der Strahlenrichtung parallel sind, verzögert werden, wenn sie auf einen negativ geladenen Körper, beschleunigt werden, wenn sie auf einen positiv geladenen treffen. Daß dieses wirklich der Fall ist, wird von DES COUDRES gezeigt (*Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, Jahrg. 17, S. 17, 1898*). Zur Erzeugung der Strahlen diente ein Hartgummiröhrchen mit Hochfrequenzerregung; die Strahlen traten aus einem Lenardschen Fenster durch ein Metalldiaphragma hindurch in die Luft hinaus. In 2 bis 4 cm Entfernung von dem Fenster befand sich ein Baryumplatincyanürschirm, dessen mit Stanniol belegte Rückseite abwechselnd mit der Erde oder mit dem positiven oder negativen Pol einer kleinen Influenzmaschine verbunden werden konnte. Der bei Erdableitung leuchtende Schirm wird sofort dunkel, sobald man ihn negativ lädt. Die von dem Schirm nach dem Fenster verlaufenden Kraftlinien verzögern die Geschwindigkeit der Strahlen; die langsameren Strahlen werden von der Luft stärker absorbiert und erregen den Schirm nicht mehr. Wird der Schirm so weit abgezogen, daß er im unelektrischen Zustande kaum noch von den Strahlen getroffen wird, so erscheint er wieder heller, sobald er eine positive Ladung erhält. Da der Schirm auch auf Röntgenstrahlen und auf ultraviolettes Licht reagiert, so giebt DES COUDRES dem Versuch noch eine andere überzeugendere Anordnung (*a. a. O. S. 60*). Auf dem oben erwähnten, mit dem Fenster und der Erde leitend verbundenen Metalldiaphragma wird eine mit einem Loch versehene Hartgummischeibe befestigt. Dieses Loch wird mit soviel Blättern Aluminiumfolie bedeckt, daß ein darauf gelegtes Stück Thüringer Glas nicht mehr leuchtet. Ladet man das Aluminium positiv, so tritt helles grünes Aufleuchten des Glases ein. Umgekehrt nimmt bei weniger Aluminiumblättern das Leuchten ab, wenn man sie negativ ladet.

Da die magnetische Ablenkbarkeit eines Strahles seiner Geschwindigkeit umgekehrt proportional ist, so muß sich die Einwirkung des elektrischen Feldes auch in einer Änderung der magnetischen Ablenkbarkeit bemerkbar machen. DES COUDRES läßt ein Bündel Kathodenstrahlen ein Aluminiumdiaphragma passieren, das sich in der Vakuumröhre

befindet und mit einem Induktorium in Verbindung steht. Ein kleiner Elektromagnet brachte bei den aus der Diaphragmenöffnung austretenden Strahlen eine Ablenkung hervor, die bedeutend größer wurde, wenn das Diaphragma mit dem negativen Pol des Induktoriums in Verbindung stand. Die Umkehrung des Versuchs, eine Beschleunigung der Strahlen durch den Magneten nachzuweisen, gelang nicht. Dieses erreichte KAUFMANN durch eine andere Versuchsanordnung (*a. a. O. S. 58*). Die Strahlen treten durch zwei parallele Spalte in das Innere zweier concentrischer 2—3 mm von einander entfernter Messingcylinder und treffen nach Durchlaufen derselben durch zwei zu den ersten senkrechten Spalte auf eine in mm geteilte fluorescierende Glasplatte. Der äussere Cylinder ist zur Erde abgeleitet, der innere kann auf  $\pm 3250$  Volt geladen werden. Wird die Magnetisierungsspule so angebracht, daß nur die im inneren Hohlraum befindlichen Strahlen abgelenkt werden, so zeigt sich, daß die Ablenkung durch eine positive Ladung des Cylinders verkleinert, durch eine negative vergrößert wird. Die Gröfse der Ablenkung ist der Quadratwurzel aus der Potentialdifferenz zwischen dem innern Cylinder und der Kathode umgekehrt proportional.

Daß die auf eine Metallplatte fallenden X-Strahlen hierbei in eine neue Art von Strahlen, die S-Strahlen, transformiert werden, sucht M. S. SAGNAC nachzuweisen (*Comptes rendus CXXVI, 40, 467, 887; 1898*). Ein Schirm von Baryumplatincyannür *ee*, der durch eine Bleiplatte *EE* vor der direkten Einwirkung der X-Strahlen (siehe Figur) ge-



schützt ist, wird hell, wenn man ein Blatt von Zink, Zinn oder Aluminium in die Lage *MM* bringt. Statt des Schirms *ee* kann man auch eine photographische Platte oder ein Elektroskop benutzen. Die Oberfläche von *MM* sendet also neue Strahlen aus. Diese gehen sowohl von der Vorder- wie von der Rückseite der Metallplatte aus und werden vom Verf. als „S-Strahlen“ von den eigentlichen X-Strahlen unterschieden. Bringt man *MM* in die Lage von *M<sub>1</sub>M<sub>1</sub>*, so sieht man auf *ee* links die Wirkung der vorderen, rechts die der hinteren S-Strahlen. Verringert man allmählich die Dicke von *M<sub>1</sub>M<sub>1</sub>*, so werden

die vorderen S-Strahlen schwächer, die hinteren S'-Strahlen stärker, bis bei einer gewissen Dicke *e* alle Teile des Blättchens zugleich nach beiden Seiten Strahlen aussenden. Verringert man die Dicke unter diese Grenze *e*, so nimmt die von den beiden Oberflächen ausgehende sekundäre Strahlung zuerst langsam, dann sehr rasch ab. Die sekundären Strahlungen werden sehr leicht absorbiert durch fluorescierende Stoffe, photographische Platten oder durch die Luft, die sie zum Leiter der Elektrizität machen. Diese energische Absorption unterscheidet die „S-Strahlen“ von den X-Strahlen. Die Wirkung der S-Strahlen auf eine photographische Platte kann in unmittelbarer Nähe der emittierenden Oberfläche ebenso groß sein als die der X-Strahlen, wird aber schwächer, sobald einige mm Luft durchlaufen sind. Bringt man vor *MM* eine stärker absorbierende Platte, so werden die X-Strahlen, bringt man die Platte hinter *MM*, so werden die S'-Strahlen absorbiert; entsprechend der größeren Absorbierbarkeit dieser ist im letzteren Falle der Lichteffect auch geringer als im ersten. Läßt man also X-Strahlen durch eine Reihe verschiedener Metallblätter hindurchgehen, so hängt die Strahlung ab von der Reihenfolge der Blätter. Diese Verschiedenheit läßt sich am deutlichsten durch die Einwirkung auf das Elektroskop und die photographische Platte, weniger gut mit dem Baryumplatincyannürschirm nachweisen. Das Verhältnis der Transmissionscoefficienten der Strahlen für die Reihenfolge Al—Zn und Zn—Al war 1,73:1; bei Entfernung der Platten vom Elektroskop näherte es sich der Einheit. Die von verschiedenen Metallblättern ausgehenden sekundären Strahlen wurden auch mit dem Lichtschirm weniger gut als mit den beiden andern Methoden unterschieden. So sendet eine Aluminiumplatte S-Strahlen aus, die sich von denen einer Zinkplatte kaum unterscheiden, wenn man sie mit dem Lichtschirm betrachtet, dagegen nur wenig auf ein Elektroskop oder eine photographische Platte wirken, auf welche die Zinkstrahlen sehr stark einwirken. Das Aluminium sendet also viel durchdringendere sekundäre Strahlen aus als Zink; und es verhalten sich daher diese Metalle so wie Quellen von Strahlen, die aus einer „harten“ und einer „weichen“

Röhre ausgehen. Überhaupt sendet eine von X-Strahlen getroffene Materie M Strahlen aus, als kämen sie aus einer „weicheren“ Röhre, als es die Ausgangsröhre ist.

Eine neue Theorie über das Wesen der Röntgenstrahlen wird von J. J. THOMSON entwickelt (*Phil. Mag. Vol. 45, 172; 1898*). Danach sind die Röntgenstrahlen nicht Wellen von sehr geringer Länge, sondern kleine Impulse einer elektrischen und magnetischen Störung, die entsteht, wenn die negativ geladenen Teilchen, die die Kathodenstrahlen bilden (*d. Ztschr. XI 85*) in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Hierdurch entsteht in dem Dielektrikum eine magnetische und elektrische Schwingung der Moleküle. THOMSON berechnet die Störung, die durch ein Dielektrikum geht, wenn ein geladenes Teilchen festgehalten wird. Die dadurch entstehenden Impulse sind verschieden groß, wenn die Geschwindigkeit eines Teilchens gleich der Lichtgeschwindigkeit oder wenn sie dagegen klein ist. Solche Schwingungen der Moleküle haben Eigenschaften, wie sie die Röntgenstrahlen besitzen. Sind sie so klein, daß die Zeit, in der ein Molekül von ihnen ergriffen wird, klein ist verglichen mit seiner Vibrationsgeschwindigkeit, so würde es weder Brechung noch Beugung geben können. Bei den Kathodenstrahlen sind alle Umstände einer plötzlichen Collision günstig, da die Masse der bewegten Teilchen klein und ihre Geschwindigkeit sehr groß ist. Eine Veränderung der Zeit der Collision würde die Stärke der Schwingung beeinflussen und die Natur des Strahles verändern. Je stärker die Schwingung, um so größer ist die Absorption und um so geringer die durchdringende Kraft. Die Energie der Schwingung ist daher umgekehrt proportional ihrer Stärke. Auf eine Polemik, die sich in der *Nature* (vom 28. April S. 607 und 5. May S. 8) zwischen Lord Rayleigh und Thomson über dessen Theorie entsponnen hat, soll hier nur hingewiesen werden.

Eine neue Erzeugungsart der X-Strahlen beschreiben J. TROWBRIDGE und J. E. BOURBANK (*Phil. Mag. 45, 185; 1898*). Die von ihnen benutzten Vakuumröhren besitzen weder Anode noch Kathode, sondern enthalten nur einen continuierlichen Draht. Dieser Draht war zugleich mit einer Funkenstrecke in den Stromkreis einer hohen elektromotorischen Kraft, die von einer durch 10000 Zellen geladenen Planté'schen Maschine erzeugt wurde, eingeschaltet. Ging die unterbrochene Entladung durch den Draht, so gingen X-Strahlen von jedem Teilchen desselben senkrecht zu seiner Oberfläche aus. Die ganze Röhre fluorescierte, besonders eine der Drahtmitte gegenüberliegende halbkugelige Erweiterung der Röhre. Wurde dieser Stelle eine photographische Platte, die mit einer Hartgummi- oder Glasplatte bedeckt war, gegenübergestellt, so gingen von der Röhre aus büschelförmige Entladungen zu dem Isolator und durch diesen hindurch nach der Platte, wo sie nach der Entwicklung als sternförmige Flecken sichtbar wurden. Ebenso war die ganze Platte geschwärzt, was auf Thätigkeit der X-Strahlen hindeutet. Wurde der Rücken der Hand der Entladung ausgesetzt, so fühlte man ein eigentümliches Prickeln, und die Haut zeigte unter dem Mikroskop ein ähnliches Aussehen wie die photographische Platte. Auch dieses Hautbrennen wird durch X-Strahlen erzeugt. Leider unterlassen die Verff. den Nachweis, daß auch andere Eigenschaften der X-Strahlen vorhanden sind.

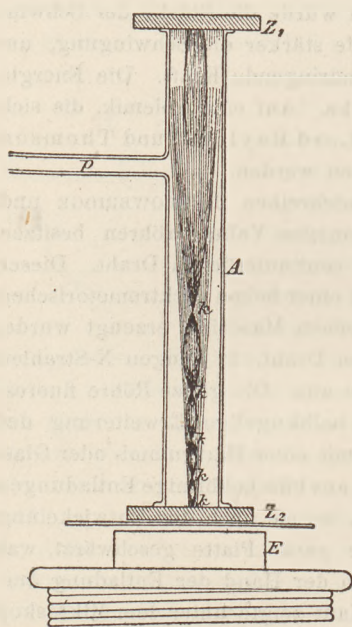
Bei einer andern Vakuumröhre trafen die von dem Draht ausgehenden Strahlen eine um 45° geneigte Platinplatte; es gingen dann von dieser sehr kräftige X-Strahlen aus. Trafen diese ein Stück Kalkspat, so fluorescierte dasselbe sehr hell. Es zeigten sich viele Schatten des Drahtes auf den Wänden des Glasrohres, woraus eine Art Reflexion der Strahlen von diesen Wänden hervorzugehen scheint. Befand sich in der Mitte des Drahtes ein kleiner Aluminiumspiegel, so bildete sich diesem gegenüber auf der Glaswand ein glänzender Fluorescenzfleck, dessen Lage durch einen Magneten beeinflusst werden konnte. Es wurde weiter untersucht, ob die Strahlenwirkung eine verschiedene ist, je nachdem die Drahtöhre in dem Stromkreise eine Kathoden- oder Anodenstellung einnimmt. Um etwa entstehende Oscillationen zu dämpfen, wurde ein großer Widerstand destillierten Wassers in den Stromkreis eingeschaltet. Dieser bestand aus der sekundären Spule eines großen Rühmkorff, dem Wasserwiderstand, einer Funkenstrecke und dem Drahtrohr. Ging nun ein X-Strahlenbündel von dem Spiegel aus, so erregte dieses bei einer bestimmten Verdünnung eine glänzendere

Fluoreszenz, wenn der Draht negativ, als wenn er positiv war. Bei höherer Verdünnung war jedoch der Unterschied nicht mehr zu bemerken; und es konnten gegenüber dem Fluoreszenzfleck X-Strahlen nachgewiesen werden, ganz gleich, ob der Draht die Kathode oder die Anode bildete. Die Verf. sind der Ansicht, daß der Ausdruck „Kathodenstrahlen“ nicht allgemein genug sei und diese wie auch die X-Strahlen lieber gemeinsam als „elektrische Strahlen“ bezeichnet werden sollten.

Wurde ein Stück Zinnfolie, das mit einer gut isolierten Zinkplatte in Verbindung stand, an der Stelle des Fluoreszenzflecks auf die Außenseite der Röhre geklebt, so wurde das X-Strahlenbündel nach der entgegengesetzten Seite hin reflektiert und zeigte hier den Schatten des Spiegels und des Drahtes. Verf. erklären diese Erscheinung durch eine Condensatorwirkung der Zinnfolie, vermöge der auf der Innenwand der Röhre eine Schicht elektrisierter Teilchen festgehalten werden, die dann die neu ankommenden Teilchen von gleicher Ladung zurückstoßen. *Schk.*

#### Über Lichtknoten in Kathodenstrahlenbündeln unter dem Einflusse eines Magnetfeldes.

Von E. WIEDEMANN und A. WEHNELT (*Wied. Ann.* 64, 606; 1898).



Steht eine ebene Kathode einem Magnetpol mit divergierenden Kraftlinien so gegenüber, daß eine der Kraftlinien (Z-Achse) senkrecht auf der Mitte der Kathode steht, so bewegt sich nach den theoretischen Entwicklungen Poincarés (*C.R.* 123, 530; 1896) jeder Kathodenstrahl auf einem Kegel, dessen eine Tangente mit der Z-Achse zusammenfällt. Da die von verschiedenen Stellen der Kathode ausgehenden Strahlen die Z-Achse an verschiedenen Stellen schneiden, so entstehen auf der Z-Achse eine Reihe heller Stellen (Knoten), die mit abnehmendem Drucke und mit abnehmender Stärke des Magnetfeldes nach dem Magnetpole hinrücken. Diese rein theoretischen Folgerungen Poincarés haben die Verfasser durch die nebenbei skizzierte Versuchsanordnung geprüft. Auf ein cylindrisches Glasrohr A sind zwei Zinkplatten  $Z_1$  und  $Z_2$  gekittet; p geht zur Luftpumpe. E ist ein Elektromagnet, g ein Glimmerblatt. Geht von  $Z_1$  ein Bündel Kathodenstrahlen nach  $Z_2$ , so wird bei Erregung des Elektromagneten aus dem Volleycylinder der Kathodenstrahlen ein Hohlcyylinder, und es bilden sich die helleren Knoten k. Die Erscheinung erinnert an die stehenden Wellen einer schwingenden Saite. Das innere helle Strahlenbündel ist von einer

kegelförmigen Lichthülle umgeben. Die Kathodenstrahlen winden sich in die Knoten hinein und zwar je nach dem Vorzeichen des Magnetpoles in dem einen oder andern Sinne. Bei Änderung des Magnetfeldes und Druckes ändern sich die Knotenabstände. Die Kathodenstrahlen bilden ähnliche Knoten, wenn man die Vakuumröhre in eine Magnetisierungsspirale hineinbringt; bei Verschiebung der letzteren verschieben sich auch die Knoten. *Schk.*

#### Über ein Gesetz der Elektrizitätserregung.

Von A. COEHN (*Wied. Ann.* 64, 230; 1898). Der Verf. empfiehlt als „ordnendes Prinzip für eine Übersicht der Erscheinungen“ eine Unterscheidung zwischen „Strömungselektrizität“ und „Verschiebungselektrizität“. Boltzmann unterscheidet die beiden Begriffe als „Galvanismus“ und „Guerickismus“. Die Leitfähigkeit des Wassers entspricht der Strömungs-, die Dielektrizitätskonstante der Verschiebungselektrizität. Die Dielektrizitätskonstante ist ein Maß für die Größe der Drehung oder Verschiebung, die die Teilchen des Dielektriums bei der Elektrisierung erleiden. COEHN untersucht nun, ob die Anordnung der Isolatoren nach der Größe ihrer Dielektrizitätskonstante mit der Spannungsreihe für Verschiebungselektrizität übereinstimmt. Er vergleicht die von verschiedenen Verfassern aufgestellten Spannungsreihen mit den betreffenden



Constanten und findet, dafs, je besser die betreffenden Stoffe definiert sind, desto sicherer die Spannungsreihe zugleich die Anordnung nach der Dielektrizitätsconstante ist. Die Metalle, „die Erreger der Strömungselektrizität“, sind bei den Untersuchungen immer ausgeschlossen. Um die Spannungsreihe flüssiger Isolatoren aufzustellen, wird die Fortführung schlecht leitender Flüssigkeiten durch Capillarröhren benutzt. Befindet sich eine solche Flüssigkeit in einer Capillaren, so entsteht an der Grenzfläche eine elektrische Ladung. Zwei in die Flüssigkeit eingeführte Elektroden bewirken eine Fortbewegung der Flüssigkeit; aus der Richtung dieser Fortführung nach der einen oder der anderen Elektrode ist der Sinn der Ladung zu entnehmen. Durch diese Methode bestimmt COEHN die Ladung gegen Glas und Schwefel bei verschiedenen Flüssigkeiten, deren Dielektrizitätsconstante durch neuere Untersuchungen bekannt war. Aus der Zusammenstellung dieser Substanzen in einer Tabelle ergibt sich eine Bestätigung des Gesetzes, dafs „Stoffe mit höherer Dielektrizitätsconstante sich positiv laden bei der Berührung mit Stoffen von niederer Dielektrizitätsconstante“. *Schk.*

**Die Verflüssigung von Wasserstoff und Helium.** VON JAMES DEWAR. Nach den bahnbrechenden Versuchen von Cailletet und Pictet gelang es zuerst Wroblewski 1884, auch für Wasserstoff die Condensationsfähigkeit nachzuweisen, indem er beim Entspannen des auf 100 Atm. comprimierten und bis zum Siedepunkt des Sauerstoffs abgekühlten Gases dasselbe plötzliche Aufwallen im Rohre wahrnahm, das Cailletet zuerst beim Sauerstoff beobachtet hatte. Olszewski berichtete im gleichen Jahre, dafs er bereits farblose Tröpfchen von Wasserstoff und, nach einer Partialentspannung von 40 Atm., etwas Fließendes gesehen habe — Beobachtungsergebnisse, die von Wroblewski nicht bestätigt werden konnten, dessen Wasserstoff vielmehr immer das Aussehen einer Art „dynamischen Flüssigkeit“ behielt. Nach Wroblewskis Tode 1888 setzte Olszewski die Untersuchungen fort, erhielt zwar 1891 bessere Resultate, konnte jedoch einen Meniskus noch immer nicht bemerken. Im Jahre 1895 nahm DEWAR die Frage in Angriff. Er beschrieb in einer Abhandlung „Noue Untersuchungen über die flüssige Luft“ (*Proc. Roy. Inst. 1896*) u. a. einen Apparat, der zur Erzeugung eines flüssigen Teiles einschließenden Wasserstoffstrahles diente, mit dem man zwar flüssige Luft sofort in eine ganz feste Masse verwandeln konnte, der aber doch nicht ausreichte, um flüssigen Wasserstoff in einem leeren Gefäße anzusammeln. Erst die Konstruktion eines viel umfangreicheren Apparates (der in einer späteren Abhandlung besonders beschrieben werden wird) führte im Verein mit neuen, für die Abkühlung und die Verwendung von Kühlschlangen getroffenen Versuchsanordnungen am 10. Mai 1898 zum Ziele.

Die Herstellung des Apparates nahm ein ganzes Jahr in Anspruch und erforderte, ebenso wie die Vorversuche und Fehlversuche, außerordentliche pekuniäre Mittel. Als am genannten Tage mit Wasserstoff gearbeitet wurde, der bei einem Druck von 180 Atm. bis — 205° abgekühlt war und der mit großer Geschwindigkeit aus dem Ende eines Schlangenhohrs in ein leeres Gefäß besonderer Konstruktion einströmte, das ganz von einem leeren Raum umgeben war, dessen Temperatur unterhalb — 200° gehalten wurde, fing der flüssige Wasserstoff an, aus diesem Gefäß in ein anderes zu tropfen, das seinerseits durch ein drittes leeres Gefäß isoliert war. In etwa 5 Minuten hatten sich 20 ccm flüssigen Wasserstoffs angesammelt; da erstarrte der Wasserstoffstrahl infolge Anhäufung von Luft, die sich dem unreinen Wasserstoff beigemischt hatte. Das Ergebnis an flüssigem Wasserstoff war ungefähr 1% des Gases. Der Wasserstoff im flüssigen Zustande ist durchsichtig, farblos, ohne Absorptionsspektrum; der Meniskus ist ebenso ausgeprägt wie bei der flüssigen Luft. Die Flüssigkeit muß einen hohen Brechungsindex und hohes Dispersionsvermögen haben; auch scheint die Dichte höher zu sein als die theoretisch (0,12 bis 0,18) abgeleitete; die früheren Versuche DEWARs über den in Palladium eingeschlossenen Wasserstoff führten übrigens zu einem Wert von 0,62, und es wird interessant sein, die wirkliche Dichte beim Siedepunkt genau zu bestimmen. Der Siedepunkt selbst konnte ebenfalls noch nicht bestimmt werden, doch wurden mehrere Versuche angestellt, die die außerordentlich tiefe Temperatur der siedenden Flüssigkeit darthun. Zunächst wurde eine längere Glasröhre, die am einen Ende geschlossen war, mit diesem letzteren in flüssigen Wasserstoff getaucht; die Röhre füllte sich sofort, soweit

sie abgekühlt war, mit fester Luft. Eine kleine geschlossene Röhre, die flüssigen Sauerstoff enthielt, lieferte sofort einen festen bläulichen Sauerstoff.

Ein ähnlicher Versuch wurde mit Helium vorgenommen. Noch 1896 bezeichnete Olszewski (*Sitzungsber. d. Krak. Ak.*) das Helium als ein permanentes Gas, das wahrscheinlich viel schwerer zu verflüssigen sein werde als Wasserstoff. Aus früher mitgetheilten Versuchen (*Proc. chem. Soc. 1896—97 No. 183*) hatte DEWAR gefolgert, daß die Flüchtigkeit des Wasserstoffs und Heliums in ähnlicher Weise sich gleichen würde, wie die von Fluor (vergl. diese Zeitschr. X 309) und Sauerstoff. Es wurde nun eine Probe gereinigten Heliumgases, das in einem kleinen Ballon eingeschlossen war, der mit einer engen Röhre endigte, der abkühlenden Wirkung ausgesetzt derart, daß die enge Röhre in flüssigen Wasserstoff tauchte; man sah alsbald, wie sich eine deutliche Flüssigkeit bildete. Demnach scheint kein großer Unterschied zwischen den Siedepunkten des Heliums und Wasserstoffs zu bestehen.

Eine Wiederholung des Versuchs am 12. Mai gab in kurzer Zeit 50 ccm flüssigen Wasserstoff. Baumwolle, mit der Flüssigkeit durchtränkt, brannte nach der Entzündung mit großer Wasserstoffflamme. Übrigens bildet sich um solche Baumwolle unmittelbar eine Schicht von fester Luft. Verdunstet flüssiger Wasserstoff an der Luft, so bildet sich mitten im Gefäß eine Art Wolke von fester Luft, die sich am Grunde wie ein weißer Niederschlag ansammelt. Ist der Wasserstoff verdunstet, so wird diese feste Luft flüssig und verschwindet gleichfalls. Die Dichte wird erst nach Überwindung großer Schwierigkeiten bestimmt werden können. — Es ist wahrscheinlich, daß man mit diesem flüssigen Wasserstoff so wird operieren können wie mit flüssiger Luft, so daß seine Verwendung ein neues Feld für wissenschaftliche Untersuchungen eröffnet. Man wird, wenn man sich des flüssigen Wasserstoffs als Abkühlungsmittels bedient, sich dem absoluten Nullpunkt bis auf 20 oder 30° nähern können. Niemand kann sagen, wie die Eigenschaften der Materie in der Nähe des absoluten Nullpunktes sein werden. Faraday verflüssigte Chlor im Jahre 1823, 60 Jahre später machten Wroblewski und Olszewski die Luft flüssig und 15 Jahre darauf zeigen sich Wasserstoff und Helium im statischen flüssigen Zustande, ein Beweis, wie viel schneller jetzt die Wissenschaft vorwärtsschreitet. (*Compt. rend. T. 126, 1408; 16. Mai 1898; Nature; No. 1490 S. 55, 19. Mai 1898*).

O.

### 3. Geschichte.

**Theorien über die Entstehung des Sonnensystems.** In *Himmel und Erde* X 289—300 u. 357—374, 1898 giebt Prof. Dr. von BRAUNMÜHL eine geschichtliche Darstellung der verschiedenen Versuche, die Entstehung des Kosmos zu erklären. Die älteste bekannte Kosmogonie, die Genesis, behandelt die Schöpfungsgeschichte der Welt vom rein geocentrischen Standpunkte aus, indem sie sich unmittelbar an den Augenschein hält. Der heliocentrische Standpunkt, von Plato vorsichtig angedeutet und von Aristarch offen vertreten, wird erst durch die Arbeit des Copernikus gewonnen. Die alten Sagen, Dichtungen und philosophischen Ansichten beginnen die Kosmogonien stets mit dem Chaos und der Finsternis. Die mittelalterliche Philosophie hält an den Lehren der Genesis und den Anschauungen des Aristoteles fest, der jedes Nachdenken über die Entstehung der Welt mit dem Ausspruche: sie ist ewig, beseitigte. Erst nachdem Galilei die Geltung des Aristoteles untergraben und die Untersuchungsverfahren der Beobachtungen und Versuche geschaffen hatte, traten vernünftige Gedanken über Entstehung unserer Sonnenwelt hervor. Noch nicht völlig auf dem Boden der neuen Untersuchungsverfahren stand Descartes. Nach seiner Auffassung sind die Planeten und Kometen erloschene Fixsterne, die infolge des Erlahmens ihrer eigenen Wirbelkraft in den Sonnenwirbel herabsanken und von ihm fortgerissen wurden; ebenso sind auch der Erd- und die Jupitermonde, nachdem ihre Wirbel durch die Verdichtung ihres Stoffs zerstört waren, gegen die Erde und den Jupiter herabgesunken und werden nun von den Wirbeln dieser Hauptwandelsterne mitgerissen. Obgleich Descartes Lehre unhaltbar war, hat sie doch das grosse Verdienst, daß sie zum ersten Male die kosmischen Erscheinungen auf mechanische zurückführte, auf Bewegungen, die in den Stoffen vor sich gehen. Descartes Anschauungen fanden zwar bei Huygens, Fermat, Leibniz und den Brüdern Ber-

nouilli vielen, wenn auch nicht unkritischen Beifall, aber seine noch immer mit übersinnlichen Betrachtungen durchwobene Richtung wurde von dem stetig wachsenden Einfluß des Galileischen Forschungsverfahrens überwunden. Das Erscheinen von Newtons Prinzipien der Naturphilosophie, die zeigten, daß das Gesetz der allgemeinen Schwere die Bewegungen der Himmelskörper beherrscht, verdrängte Descartes Kosmogonie. Newton versuchte nicht, sein Weltgesetz auf die Entstehung des Sonnensystems anzuwenden, er behauptete vielmehr: „Alle die regelmässigen Bewegungen, die sich im Planetensystem vollziehen, besitzen keine mechanische Ursache, sondern diese bewunderungswürdige Anordnung kann nur das Werk eines persönlichen allmächtigen Wesens sein“. Eine neue Ansicht über die Entstehung des Planetensystems sprach Buffon in seiner *Histoire naturelle* aus: ein Komet habe durch seinen Sturz auf die Sonne einen Strom von Stoff losgelöst, dessen einzelne Teile sich später zu verschiedenen gröfseren oder kleineren Kugeln zusammenballten, die allmählich durch Abkühlung fest und dunkel wurden und sich als Planeten und deren Monde in verschiedenen Entfernungen um die Sonne bewegten. In dieser falschen Auffassung ist der Gedanke von der Einheit des Stoffs aller Himmelskörper und deren gemeinsamem Ursprung aus der Sonne ausgesprochen und darin ist sie die unmittelbare Vorläuferin der berühmten Kosmogonien von Kant und Laplace. Die in Kants allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels entwickelte Hypothese wird gewöhnlich mit Laplaces Theorie in Verbindung gebracht, so daß man vielfach in Lehrbüchern und wissenschaftlichen Schriften von einer Kant-Laplace-schen Hypothese liest. Dies ist jedoch völlig unstatthaft, indem beide Theorien nur in dem einzigen, Buffon angehörigen Gedanken der Einheit des Stoffes aller Himmelskörper zusammenreffen. Während die erstere nur noch geschichtlichen Wert besitzt, ist die letztere noch immer die beste aller bis jetzt aufgestellten Hypothesen. Der Hauptirrtum Kants ist der, daß er seine kosmische Wolke in momentan ruhendem Zustande voraussetzt und dann deren Bewegung nur durch Wirkung innerer Kräfte entstehen läßt. Ein ebenso schwerer Irrtum aber liegt in der Behauptung, die durch die Schwerkraft bewegten Teilchen hätten sich an verschiedenen Centren angesammelt. Irrig ist auch Kants Ansicht von der plötzlich hervorbrechenden Sonnenglut, nachdem der Entstehungsvorgang in der Hauptsache vollendet war. Auch seine Theorie des Saturnrings ist mit allen ihren Folgerungen falsch, wie wohl zuerst Gustav Eberhard in seiner Dissertation „Die Kosmogonie von Kant“, Wien 1893, nachgewiesen hat. Das Hauptverdienst Kants ist, daß er zuerst das Gesetz der allgemeinen Schwere bei dem Weltbildungsvorgang in den Vordergrund stellte. Unabhängig von Kant entwickelte ein halbes Jahrhundert später Laplace im 6. Bande seiner *Mécanique céleste* neue Gedanken über Entstehung und Bildung des Sonnensystems, in denen er die beiden Hauptirrtümer der Kant-schen Hypothese dadurch vermeidet, daß er statt der momentan ruhenden kosmischen Wolke einen von Anfang an um eine feste Achse rotierenden glühenden Gasball als Urform des Sonnensystem annimmt und dessen Stoff bei seiner allmählichen Verdichtung einem Mittelpunkt zuströmen läßt. H. Faye hat in seinem Buche „*Sur l'origine du monde*“, Paris 1884 die Begründung angegriffen, die Laplace für die Thatsache gab, daß die Planeten in der Richtung rotieren, in der sie ihre Umläufe vollziehen, und eine eigene Hypothese aufgestellt, die auf die Wirbeltheorie Descartes zurückgreift, aber wenig Anklang gefunden hat. Laplaces Hypothese hat namentlich durch die eingehenden Untersuchungen von Eduard Roche, der sie in einigen wesentlichen Punkten ergänzte, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Vor allem aber war es Hermann von Helmholtz, der in zwei Vorträgen über die Wechselwirkung der Naturkräfte und über die Entstehung des Planetensystems mit Nachdruck darauf hinwies, daß gerade die mechanische Wärmetheorie ihr eine weit festere Grundlage verleiht, als sie ihr Schöpfer selbst mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln zu legen vermochte. In dem Umstande, daß die äußersten Planeten unseres Systems in ihrer Abkühlungsstufe noch weiter zurück sind als die näheren, haben wir ferner einen indirekten Beweis für die Richtigkeit der Laplaceschen Annahme. Einen solchen finden wir auch in der Anzahl der Monde der einzelnen Planeten. Die Bildung der Saturnringe aus unzusammenhängenden staubartigen Teilchen, die die Untersuchungen von Bond, Peirce, Maxwell

und Hirn und die photometrischen Arbeiten Seeligers außer Zweifel gestellt haben, läßt sich nach dem Vorgange Roches durch geringe Abänderungen an der Laplaceschen Theorie erklären. Die neuesten Beobachtungen des Orion- und des Andromeda-Nebels, in dem man 1885 und 1892 die Bildung neuer Sterne beobachten konnte, ergeben, daß diese wahrscheinlich weniger aus gasförmigem Stoff als aus unzähligen festen Körpern bestehen und einem Meteorschwarm gleichen, dessen Massen sich um feste Mittelpunkte gruppieren, aus denen dann aufleuchtende Sterne entstehen. Dieser Umstand veranlaßte Normann Lockyer, eine neue Kosmogonie auf den Bau einer Meteorwolke zu gründen, wodurch er sich wieder Kants ursprünglichem Gedanken näherte. G. H. Darwin hat diese Theorie Lockyers mit der Laplaceschen dadurch in Einklang zu bringen gesucht, daß er den Stoff, wie die Moleküle eines Gases, als elastisch voraussetzte; dies gestattete ihm, die Aufgabe im Sinne der kinetischen Gastheorie vom Standpunkt der Mechanik aus exakt zu behandeln. Jedoch beschränkte er sich in seinen Untersuchungen darauf, den Bau eines solchen Meteorschwarmes festzustellen, nachdem das Zuströmen der Meteore von außen aufgehört hat, und die Umformungen zu betrachten, die er bis zu seinem Übergang in den glühenden Gasball Laplaces erfährt. Einen Versuch, die Drehung des Gasballs zu erklären, macht Darwin so wenig wie Laplace. Hingegen unternimmt Darwin es mit Glück, die schon von Kant, Robert Mayer, Ferrel, Delaunay und Roche beachtete Verlangsamung der Drehung durch die Gezeiten für die Kosmogonie zu verwerten. Durch die Gezeitenreibung läßt es sich z. B. erklären, warum der Mond der Erde beständig dieselbe Seite zukehrt, die Uranus- und Saturnmonde sich rückläufig bewegen und der Phobos, der innere der beiden Marsmonde, während einer Umdrehung des Mars dreimal um ihn herumläuft.

H. H.-M.

#### 4. Unterricht und Methode.

**Die Grundbegriffe der Elektrizität im Unterricht.** In dem Jahresbericht der k. k. zweiten Staatsrealschule in Wien II für 1897 hat F. TRIESEL einen „Beitrag zur experimentellen Behandlung der Grundbegriffe der Elektrizität im höheren Mittelschulunterricht“ geliefert. Der Verfasser schließt sich den Bestrebungen an, die darauf abzielen, für das Verständnis der elektrischen Grundbegriffe eine systematische experimentelle Grundlage zu schaffen. Er benutzt dabei hauptsächlich das Thomsonsche Quadrantenelektrometer, das er in der durch Branly und Lang angegebenen Form als zuverlässig und zweckentsprechend erkannt hat. [In dieser Zeitschrift ist anfänglich auch (*I* 195) das Quadrantenelektrometer empfohlen worden, später hat sich Kolbes empfindliches Aluminiumelektrometer als ein ausreichender Ersatz dafür erwiesen, vgl. *III* 162.] Auch der Verfasser leugnet nicht, daß beim Gebrauch des Instrumentes gewisse Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden müssen, deren Aufserachtlassung sehr ungenaue, ja widerspruchsvolle Angaben zur Folge habe. Er weist deshalb darauf hin, daß alle am Elektrometer zu prüfenden Leiter gut isoliert sein müssen. Man erhalte z. B. für den Kohlepol einer Chromsäuretauchbatterie, deren Zinkpol zur Erde abgeleitet ist, stets ein höheres Potential als für den Zinkpol bei abgeleitetem Kohlepol; der Grund liege darin, daß die Kohle isoliert mit dem Elektrometer verbunden werden kann, das Zink aber nicht, da die Zinkplatten mit dem Trägerbrett und durch dieses mit der Erde in halbleitender Verbindung stehen. [Dieser Umstand ist auch beim Gebrauch von Kolbes Elektrometer zu berücksichtigen.] Ferner müssen die Griffe und Träger aller zu untersuchenden Leiter völlig unelektrisch sein, was am besten durch eine Spiritusflamme bewirkt wird. [Bemerkt sei, daß bei Verwendung von Vaselineöl als dämpfender Flüssigkeit an Stelle der früher üblichen Schwefelsäure auch eine Ladung der im Innern befindlichen isolierenden Stützen als störende Ursache auftreten kann.]

Zur Projektion wurde ein Argandbrenner benutzt, zur Ladung des einen Quadrantenpaares diente eine Batterie von 50 Zinkkupferelementen, deren Gläser durch Paraffin festgestellt und isoliert waren. Die Anschaffungskosten des Instrumentes in der benutzten einfachsten Form werden auf 60–70 fl angegeben.

Der Lehrgang selbst gestaltet sich folgendermaßen. An der Coulombschen Dreh-

wage wird zunächst der Begriff der Elektrizitätsmenge entwickelt (und zwar abstrahiert aus der Wirkung elektrischer Kräfte, wie der Begriff der materiellen Masse aus der Wirkung der Anziehung). Am Elektroskop wird dann demonstriert, daß jede Hebung der Blättchen eine gewisse Arbeitsleistung darstellt. Ein zweckmäßig geaichtes Elektroskop gestatte, den an dasselbe übertragenen Teil der Elektrizität (?) in Arbeitseinheiten zu messen. „Dieses Arbeitsvermögen, das von elektrischen Körpern an Elektrometer übertragen werden kann, ist eine für den gesamten elektrischen Zustand der Körper charakteristische Größe, welche die Bezeichnung Potential führt.“ [Man sieht sofort, daß diese Darstellung unzutreffend und daß der Begriff des Potentials hierdurch nicht hinreichend geklärt ist.] Es folgen dann Versuche mit dem Würfel und anders gestalteten Körpern, ähnlich wie die in d. Ztschr. III 161 angegebenen. Zur Ladung auf bestimmte verschieden hohe Potentiale dient eine Ladungsbatterie von 196 aus Zink- und Kupferdrähten hergestellten Elementen; die Drähte sind, in 14 Reihen geordnet, durch Bohrungen einer quadratischen Ebonitplatte von 30 cm Seitenlänge gesteckt und unten paarweise durch Seidenfäden verbunden. Taucht man die Drähte einige Sekunden lang in eine Kochsalzlösung, so bleibt an jedem Element durch Vermittelung des Seidenfadens ein Tropfen Flüssigkeit hängen und die Batterie ist zum Gebrauch fertig. — Dann folgt der Nachweis (mit Hilfe eines Faradayschen Hohlkörpers), daß Körper von gleichem Potential je nach Größe und Gestalt im allgemeinen verschiedene Elektrizitätsmengen enthalten, wobei als Elektrizitätsquelle eine schwach geladene Leydener Flasche benutzt wird. Im Zusammenhang damit wird auch der Begriff der Kapazität entwickelt. Zutreffend werden die Versuche mit Faradays Gefäß den Versuchen mit dem Eiskalorimeter an die Seite gestellt. Auch die Kapazität des Elektrometers wird näherungsweise bestimmt; Versuche über induktive spezifische Kapazität (mit einem Plattencondensator) und über elektrische Dichte (an einem Leiter von veränderlicher Krümmung) werden angeschlossen.

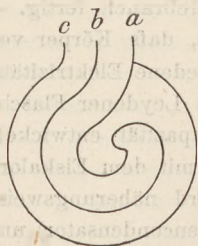
Zum Nachweise der Potentialdifferenzen offener galvanischer Elemente wird eine Batterie aus zwölf kleinen Elementen Zink-Zinkvitriol-Kupfer verwendet, daneben auch eine Batterie von 3 bis 4 kleinen Bunsen-Elementen. An der ersteren Batterie wird auch das Potentialgefälle im geschlossenen Stromkreis auf bekannte Weise demonstriert, unter Benutzung einer bereits von Kohlrausch (*Pogg. Ann. Bd. 78, 1849*) angegebenen Vorrichtung. Das Ohmsche Gesetz wird zuerst für Teile eines und desselben Stromkreises nachgewiesen, indem von einem langen dünnen Schließungsdraht aus Neusilber oder Manganin Abzweigungen zum Elektrometer und zu einem Wiedemannschen Spiegelgalvanometer gemacht werden, wobei sich die Konstanz des Verhältnisses Potentialdifferenz : Stromstärke ergibt. Dasselbe zeigte sich bei Vermehrung der Zahl der Elemente in dem Stromkreis. Das oben angegebene constante Verhältnis wird als Widerstand bezeichnet. [Hier dürften die anschaulicheren, in dieser Zeitschrift mehrfach (*V 177, VI 57*) dargelegten Methoden für die Bildung des Widerstands Begriffes doch vorzuziehen sein; denn die vom Verfasser angegebene Definition ist eine rein formale, sie bestimmt eine Eigenschaft des Drahtes durch Größen, die mit dem Draht selber nichts zu schaffen haben; es ist ja nicht  $w$  eine Funktion von  $e$  und  $i$ , sondern  $i$  eine Funktion von  $e$  und  $w$ .] Folgerichtig leitet der Verfasser die Proportion  $i_1 : i_2 = w_2 : w_1$  ab, indem er die Drahtlänge der Galvanometer-Zweigleitung vergrößert und gleichzeitig die Ableitungspunkte so wählt, daß die frühere Potentialdifferenz erhalten bleibt. Der angegebenen Definition gemäß ist dann  $e/i_1 = w_1$ ,  $e/i_2 = w_2$ , folglich  $i_1 : i_2 = w_2 : w_1$ . Hierin sind  $i_1$  und  $i_2$  gemessene Größen,  $w_1$  und  $w_2$  dagegen nicht. Als Anwendung des Ohmschen Gesetzes wird die Aichung eines Multiplikators (in willkürlichen Einheiten) empfohlen.

Am Schlusse werden Elektrometer und Voltmeter neben einander gestellt (eine Betrachtung, die aus Zeitmangel wohl häufig unterbleibt). Es wird an der Hand der Formel dargelegt, daß das Voltmeter für Batterien, die aus vielen kleinen hintereinander geschalteten Elementen bestehen, nicht angewendet werden darf, und daß auch in andern Fällen (z. B. beim Messen der Potentialdifferenz an den Klemmen einer Glühlampe) die zu

messende Potentialdifferenz durch die Abzweigung des Stroms geändert wird. Die Änderung wird durch Rechnung verfolgt und damit gezeigt, daß die Änderung um so geringer ist, je größer der Widerstand des Voltmeters im Verhältnis zum Lampenwiderstande ist. P.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Neue elektrische Koch- und Heizvorrichtungen.** In der Sitzung der elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. hielt am 6. April Herr Ingenieur HAAKE einen Vortrag über die elektrischen Koch- und Heizapparate, die die dortige chemisch-elektrische Fabrik Prometheus nach den Patenten von VOIGT & HAEFFNER herstellt. (*E. T. Z. XIX 304, 1898*). Statt der bisher üblichen Heizdrähte werden hier dünne Edelmetallschichten verwendet, wie sie in der Töpferkunst zur Ausschmückung von Porzellan und Email allgemein gebräuchlich sind. Die meisten der neuen Heizvorrichtungen bestehen aus eisernen emaillierten Gefäßen, bei denen der Eisenkörper als Träger des Email und dieses zur Isolation der Widerstände dient. Das Edelmetall wird in Lösungen aufgetragen; bei der Erhitzung auf 900° im Muffelofen verflüchtigen sich die Lösungsmittel und das Metall brennt sich als zusammenhängender Streifen in



die Glasur des Email ein. Die Widerstände sind so angeordnet, daß bei möglichst gleichmäßiger Wärmeverteilung die gegebenen Oberflächen am vorteilhaftesten ausgenutzt werden, und die Apparate in den weitesten Grenzen regulierbar sind. Die sich nach der nebenstehenden Figur ergebenden 4 Wärmestufen erhält man durch Anlegen 1. der einen Leitung an *a*, der anderen an *b* und *c*, 2. an *a* und *b*, 3. an *a* und *c*, 4. an *b* und *c*. Die letzte Stufe ist so bemessen, daß die Wassermenge, die der betreffende Topf aufnehmen kann, ungefähr in dem gleichen Wärmezustand erhalten bleibt. Die Enden *a*, *b* und *c* sind durch vermehrte Metallanhäufungen zu Kontakten ausgebildet und durch Lötung mit Zuleitungstreifen verbunden, die die Verbindung der eigentlichen Heizstreifen mit dem äußeren Topf herstellen. Die in Email oder Nickel ausgeführten Aufsengefäße haben 3 Kontaktstifte, die mittels besonderer Isolation wasserdicht eingeschraubt sind. Um eine gewisse äußerliche Ebenmäßigkeit herzustellen, werden die Zuleitungstreifen *a* und *b* gekreuzt, so daß der Kontakt *a* mit dem mittleren und die Kontakte *b* und *c* mit den beiden äußeren Stiften in Verbindung stehen. Nach Herstellung dieser Verbindungen werden Aufsen- und Innengefäß verlötet. Die Schutzhülle bewahrt die Widerstände vor mechanischen Beschädigungen, und die Luftschicht zwischen den beiden Gefäßen dient als Wärmeisulator. Doch spielt letzterer Umstand keine erhebliche Rolle, da das Edelmetall fest in die Glasur des Email eingebrannt ist, und daher die beim Stromdurchgang in dem Widerstand erzeugte Wärme an das Email, den Eisenkörper und den Topfinhalt unmittelbar abgegeben wird. Diese sofortige und vollständige Wärmeabgabe ermöglicht allein die sehr bedeutende Querschnittsbelastung, die bei dem Prometheus-System angewendet wird. Ein Bodenstreifen von 635 mm Länge, 16 mm Breite und 1/4000 mm Dicke, also von 0,004 mm<sup>2</sup> Querschnitt ist für eine Belastung von 3,5 A., also eine Stromdichte von 675 A. auf den mm<sup>2</sup> bestimmt, verträgt aber noch eine Überlastung um 50 bis 100 %. Ein Nickelindraht müßte für dieselbe Beanspruchung bei einem Durchmesser von 0,58 mm eine Länge von 21 m besitzen, würde aber schon bei einer Überlastung von 5 bis 10 % durchschmelzen. Die Wärmeabgabe der glatten Metallschicht an die äußere Luft ist fast ganz zu vernachlässigen, da das Metall innig mit dem Email verbunden und letzteres ein besserer Wärmeleiter als die Luft ist. Der Stromverbrauch zur Erwärmung der dünnen Wandungen ist wegen deren geringen Masse nur unbedeutend. Töpfe, in denen Wasser kocht, kann man in der Hand halten, da sich die Metallhülle fast gar nicht erwärmt. Der Wirkungsgrad der Prometheus-Apparate beträgt nach den Versuchen von Prof. KITTLER 83,9 bis 87,1 % (*E. T. Z. XIX 56, 1898*). Diese Zahlen finden eine vollkommene Bestätigung durch die Messungen, die die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf Antrag der Firma ausgeführt hat (*E. T. Z. XIX 295, 1898*). Die neuesten Konstruktionen von größeren Apparaten erreichen sogar einen Wirkungsgrad von über 90 %. H. H.-M.

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

J. C. Poggendorffs biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern, Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen, Geographen u. s. w. aller Völker und Zeiten. III. Band, die Jahre 1858—1883 umfassend, herausgegeben von Dr. B. W. Feddersen und Prof. Dr. A. J. von Oettingen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, VIII und 1496 S. M. 45.

Dieser seit 1896 in Lieferungen herausgegebene neue Band des Poggendorffschen Handwörterbuchs liegt jetzt vollständig vor. Die Einrichtung ist im wesentlichen die der früheren beiden Bände, doch ist die Deutlichkeit und Übersichtlichkeit durch einige zweckmäßige Verbesserungen noch erhöht, auch ist bei Abhandlungen und Büchern die Seitenanzahl hinzugefügt. Das Material kann den größtmöglichen Anspruch auf Correktheit machen, da aufser den eigenen Angaben der Autoren auch die Bücherkataloge der verschiedenen Länder benutzt und namentlich der Katalog der London Society, der gleichfalls bis 1883 reicht, durchgehend verglichen wurde. Aufser den Erscheinungen des im Titel bezeichneten Zeitraums enthält der Band auch zahlreiche, zum Teil schon von Poggendorff gesammelte Nachträge und Berichtigungen (z. B. über alte arabische und indische Autoren). Die pädagogische Litteratur ist im allgemeinen ausgeschlossen, nur bei Schriftstellern, die auch in der Wissenschaft sich produktiv gezeigt, sind der Regel nach die von ihnen verfaßten Lehrbücher gleichfalls aufgeführt. Über die nicht unerhebliche Beteiligung des Lehrerstandes an der wissenschaftlichen Arbeit giebt auch dieser Band schon bei flüchtiger Durchsicht interessante Aufschlüsse (bei C. Fliedner ist als Todesjahr fälschlich 1855 angegeben.) Welcher Aufwand an Arbeit in dem Bande steckt, kann u. a. daran erkannt werden, daß die Erklärung der Abkürzungen für die Quellenlitteratur allein sechs Seiten mit mehreren hundert Nummern füllt. Über den Nutzen des Werkes ist kaum etwas hinzuzufügen nötig. Nicht nur wer in einer der exakten Wissenschaften selbst arbeitet, sondern auch wer sich historisch orientieren will, wird es, wie schon die beiden früheren Bände, als ein unentbehrliches Hilfsmittel schätzen. Es ist demnach als eines von den Werken zu bezeichnen, die in einer Lehrerbibliothek nicht fehlen dürfen. Beiläufig bemerkt sei für die Leser dieser Zeitschr., daß die öfter beanstandete Schreibweise RÜHMKORFF in diesem Bande ausdrücklich als die richtige bezeichnet ist. — Den Preis für Band I—II hat die Verlagshandlung mit dem Erscheinen des III. Bandes auf M. 28 — herabgesetzt. Ein IV. Band, die Jahre 1884—1900 umfassend, ist bereits in Vorbereitung.

P.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 9. umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Prof. Dr. L. Pfaundler und Prof. Dr. O. Lummer. II. Band. I. Abteilung. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1897. XX u. 1192 S. 18 M., geb. 20 M.

Ein Zeitraum von 18 Jahren liegt zwischen dem Erscheinen der 8. und 9. Auflage dieses trefflichen Handbuchs der Optik. Der vordem handliche Band hat sich in einen unhandlichen Wälzer von doppelter Dicke verwandelt. Aus dem ursprünglichen Werke, den 1827 erschienenen *Éléments de physique et de météorologie*, ist wohl kein Satz mehr in dieser Auflage erhalten geblieben. Nur der Name Pouillet auf dem Titel erinnert noch an den ersten Verfasser, dessen eigene Arbeit längst von seinen Nachfolgern beseitigt worden ist. Die 8. Auflage hatte L. Pfaundler noch allein besorgt; bei der jetzt vollendeten Umarbeitung hat O. Lummer mitgewirkt, der die Photometrie und die geometrische Optik nebst der Lehre von den optischen Instrumenten von dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft aus dargestellt hat. Es werden zunächst das Wesen, die Fortpflanzung und die Stärke des Lichtes, dann die Spiegelung und Brechung an ebenen und kugelförmigen Flächen und hiernach die Farbenzerstreuung behandelt. In den folgenden Abschnitten über Spektralanalyse und über Umwandlungserzeugnisse oder Wirkungen des absorbierten Lichtes werden zwar viele, wenn auch nicht alle wesentlichen Fortschritte berücksichtigt, die Art der Darstellung aber wird im ganzen nicht geändert. Um die geometrische Optik auf einwandfreiere Grundlagen zu stützen, ist der Abschnitt der alten Auflage über die Elemente der Undulationstheorie, Interferenz und Beugung des Lichtes zerlegt und der Stoff anders verteilt worden. Aus der Wellentheorie, die frühzeitig eingeführt wird, sind die Grundgesetze der geometrischen Optik abgeleitet. Die Abbildung im Sinne der Wellentheorie ist nach Abbe behandelt. An die Untersuchung der aberrationsfreien, spiegelnden und brechenden Flächen, der kaustischen Kurven und des Astigmatismus schließt sich die für die praktische Optik wichtigste Aufgabe der Erweiterung des Abbildungsgebietes bei centrierten optischen Systemen. Auf den unter Mitwirkung von A. König und E. Hering umgearbeiteten Abschnitt über das Auge und die Gesichtsempfindungen folgt eine Untersuchung der Strahlenbegrenzung und der von ihr abhängigen Lichtwirkung optischer Systeme und dann eine streng systematische und ganz moderne Behandlung der

optischen Instrumente. Auch die physikalische Optik (die Interferenz, die Beugung, die geradlinige Polarisation, die doppelte Brechung, die Farben doppelbrechender Krystallplatten im polarisierten Lichte und die Erscheinungen des elliptisch und cirkular polarisierten Lichtes) ist den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend umgearbeitet. Hier sind eine Reihe anschaulicher Unterrichtsmodelle und die objektiven Darstellungen mittels der optischen Bank von F. Schmidt und Haensch lobend hervorzuheben. Während Pfaundler mit großem Geschick die neueren Demonstrationsmittel berücksichtigt, beachtet Lummer mehr die Vervollkommnung der wissenschaftlichen Instrumente; daher sind in der geometrischen Optik mehrere neue und treffliche Unterrichtsapparate unberücksichtigt geblieben und Demonstrationsmittel von nur noch historischem Werte aus der letzten Auflage beibehalten worden. Da jene Apparate zumeist in dieser Zeitschrift beschrieben sind, so hat dieser kleine Mangel für deren Leser zumal nach dem Erscheinen des Generalregisters über die zehn ersten Jahrgänge keine Bedeutung.

Das Erscheinen des vorliegenden Bandes, der in der Büchersammlung keines Physiklehrers fehlen darf, wird voraussichtlich auf die Gestaltung des optischen Unterrichts einen erheblichen Einfluss ausüben. Zwar wird dadurch selbstverständlich die strittige Frage, in welchem Umfange die physikalische Optik auf den höheren Schulen zu lehren sei, nicht gelöst; die sehr klare und leicht faßliche Darstellung der geometrischen Optik aber wird sicher allgemeiner der Erkenntnis zum Durchbruch verhelfen, daß in dem üblichen Betriebe der geometrischen Optik einige Teile umgestaltet und vertieft werden müssen.

H. H.-M.

**Elementare Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus.** Von Silvanus P. Thompson, Prof. d. Physik am Technical College zu London. Autorisierte deutsche Übersetzung auf Grund der neuesten Auflage des Originals von Dr. A. Himstedt. 2. Aufl. Mit 283 Abbildungen im Text. Tübingen 1897, H. Laupp. VIII. u. 604 S. M. 7.

Die 1887 erschienene erste Auflage der Übersetzung wurde in dieser Zeitschrift *I 180* eingehender besprochen. Die neue Auflage berücksichtigt die inzwischen gemachten wichtigen Fortschritte und Entdeckungen in einer Reihe bedeutender Verbesserungen und Erweiterungen. In der Reibungselektrizität sind die Influenzmaschinen ausführlicher behandelt. Die Lehre vom Elektromagnetismus ist durch Vorlesungen über die Eigenschaften des Eisens und Stahls und über den magnetischen Kreis zeitgemäß erweitert und der Abschnitt über Wärme, Licht und Arbeit, erzeugt durch elektrische Ströme, durch eine Vorlesung über Zufuhr und Messung der elektrischen Energie vermehrt. Neu ist der Abschnitt über die Selbstinduktion. Die Darstellung der Dynamomaschinen ist ganz umgearbeitet und durch Vorlesungen über Wechselströme, Wechselstrom-Generatoren, Transformatoren und Wechselstrommotoren erweitert. In dem Abschnitt über Elektrochemie ist den Sammlern eine eigene Vorlesung gewidmet. Die Elektro-Optik ist durch die Lehre von den elektrischen Wellen und durch die Hertz'schen Versuche wesentlich vervollständigt. Der Übersetzer hat außerdem einen kurzen Anhang über Röntgen-Strahlen hinzugefügt. In dieser neuen Gestalt wird sich dies treffliche, knappe und handliche Lehrbuch sicher viel neue Freunde erwerben.

H. H.-M.

**Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus.** Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen über elektrische Energieverhältnisse und unter Darstellung der den Anwendungen in der Elektrotechnik zugrunde liegenden Prinzipien bearbeitet von Dr. Ignaz G. Wallentin, Dir. d. k. k. Franz-Joseph-Gymnasiums in Wien. Mit 230 in den Text aufgenommenen Holzschnitten. Stuttgart, F. Enke, 1897. VIII u. 394 S. M. 8. —

Das Buch ist kein Auszug aus des Verfassers *Einleitung in das Studium der modernen Elektrizitätslehre* (vgl. diese Zeitschr. *VI 207*), sondern eine Neubearbeitung, bei der zwar im wesentlichen die Stoffverteilung des älteren Werkes beibehalten, die theoretischen Entwicklungen aber zurückgedrängt und dafür die Anwendungen in größerem Umfange berücksichtigt wurden. Bei der Darstellung bediente sich der Verfasser mit Geschick und Erfolg des Prinzips der Erhaltung der Energie und erzielte so eine einheitlichere Übersicht über das theoretisch und experimentell erschlossene Gebiet. Das klar und leicht faßlich geschriebene Lehrbuch, das nur einen propädeutischen Charakter beansprucht, bereitet in recht bequemer und sicherer Weise auf das Studium der ausführlicheren Werke über Theorie und Anwendungen der Elektrizität vor.

H. H.-M.

**Physik und Chemie.** Gemeinfaßliche Darstellung ihrer Erscheinungen und Lehren. Von Dr. B. Weinstein. Mit 34 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, J. Springer, 1898. VIII und 427 S. M. 4. —

Das Buch enthält eine geschickte Zusammenstellung der wichtigeren physikalischen und chemischen Thatsachen und der Lehren, durch die sie jetzt mit einander verknüpft werden. Auf die Art, wie jene Thatsachen festgestellt und jene Einsichten in das Getriebe der Natur gewonnen wurden,



geht der Verfasser nur flüchtig ein. Er schreibt kein Schulbuch, sondern wendet sich an die breiten Massen des Volkes, die er ohne Verwendung mathematischer Hilfsmittel in einer zuweilen etwas unbeholfenen Sprache bis zu einem Verständnis des Hertzschens Prinzips der geradesten Bahnen zu führen wagt. Der Schulmann wird den Erfolg und den Wert eines solchen kühnen Unternehmens vielleicht bezweifeln, aber doch nicht ohne Nutzen die Ausführungen eines tüchtigen Gelehrten lesen, der in Begeisterung für sein Arbeitsgebiet dessen Schätze weiteren Kreisen erschließen will. *H. H.-M.*

**Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.** Herausgegeben von Professor Dr. Felix B. Ahrens. Stuttgart, Ferdinand Enke 1896 u. 97 (Jahresband von etwa 30 Bogen 12 M).

Diese Sammlung, welche von dem Breslauer Professor Ahrens 1896 ins Leben gerufen worden ist, und von welcher die beiden ersten Bände zur Zeit vorliegen, hat sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, einem jeden auf dem Gebiete der Chemie Thätigen zu ermöglichen — was bei der außerordentlichen Fülle von Veröffentlichungen und ihrer Zerstretheit so schwer geworden ist — „in allen wichtigen Fortschritten der Chemie auf dem Laufenden zu bleiben“. Dieses Ziel will die Sammlung dadurch erreichen, „dafs sie in zusammenfassenden Arbeiten wichtige und interessante Fragen, Körpergruppen, die unserer Erkenntnis näher gerückt sind, neue Verfahren und Arbeitsmethoden u. dergl. behandeln wird; sie wird sowohl die reine, wie die angewandte und die Elektrochemie in ihren Bereich ziehen“.

Der erste Band (1896) hat neun, der zweite (1897) sieben Arbeiten gebracht. Diese entsprechen in Bezug auf Darstellung wie Wahl der Themata ausnahmslos dem obigen Programme. Hier sei auf diejenigen hingewiesen, welche eine besondere Aufmerksamkeit seitens der Lehrer der Naturwissenschaften beanspruchen dürfen.

Im ersten Hefte bespricht in lichtvoller und erschöpfender Weise der Herausgeber selbst „die Metallcarbide und ihre Verwendung“. Da die Arbeit in dieser Zeitschrift, wenn auch nur gelegentlich (Band X S. 254, 1897), schon erwähnt worden ist, sei hier nur bemerkt, dafs ihre wichtigsten Teile vom Calciumcarbid und Acetylen, sowie von dem als Schleifmittel so nützlichen Carborundum handeln. Letzteres, bekanntlich eine Verbindung von Silicium und Kohlenstoff, ist also den Metallcarbiden zugezählt worden. Hingegen werden die Eisensorten, welche Kohle chemisch gebunden enthalten, nicht in den Kreis der Besprechung gezogen. Zum Ersatz hierfür dient ein besonderer Vortrag „Kohlenstoffformen im Eisen von Hanns Frhr. von Jüptner“. — In der Arbeit „Argon und Helium, zwei neue gasförmige Elemente“ giebt Martin Mugdan eine übersichtliche Darstellung der Forschungen betreffend den neu aufgefundenen merkwürdigen Bestandteil der atmosphärischen Luft, sowie jenen anderen Grundstoff, der früher nur durch die Spektralanalyse in der Sonne und den Fixsternen nachgewiesen war. Auch die in kürzeren Referaten meist wenig gewürdigten Schwierigkeiten, welche sich bei dem Versuche, die neuen Elemente in das periodische System einzureihen, ergeben haben, finden hier eine klare Besprechung. — Ebenfalls in das Gebiet der reinen Chemie gehört W. Marckwalds Abhandlung „die Benzoltheorie“. In dieser wird Kekulé's berühmte Lehre, die für unser Verständnis von den aromatischen Verbindungen so epochemachend gewesen ist, nebst den gegensätzlichen Hypothesen von Ladenburg u. s. w. in erschöpfender Weise entwickelt. Besonders wertvoll ist der den Schluß bildende Nachweis, dafs die Kekulé'sche Strukturformel, die doch zunächst nur das chemische Verhalten des Benzols und seiner Derivate erklären sollte, auch mit den physikalischen Eigenschaften dieser Körper — Molekularrefraktion, Molekularvolum und Verbrennungswärme — im Einklang oder wenigstens nicht im Widerspruch steht.

Die übrigen Vorträge sind zumeist dem Bereiche der angewandten Chemie entnommen. Unter ihnen verdient eine besondere Beachtung — und zwar mit Rücksicht auf die von Jahr zu Jahr wachsende Bedeutung der Goldvorkommnisse von Südafrika — die von dem Herausgeber der Sammlung verfasste Abhandlung „die Goldindustrie der südafrikanischen Republik (Transvaal)“. Dieselbe stützt sich in ihren technischen und volkswirtschaftlichen Mitteilungen ausschliesslich auf authentisches, ja vielfach auf zuvor noch nicht veröffentlichtes Material. Ebenso wertvoll ist der chemische Teil, d. h. die Schilderung der neueren Verfahren zur Goldgewinnung aus dem Gestein. Hier sei vor allem hingewiesen auf die Besprechung der Goldauflösung aus den Pochrückständen durch Cyankalium, wobei die so überaus auffallende Thatsache, dafs Gold durch dieses indifferente Salz unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs in lösliches Kaliumgoldcyanür übergeführt wird, den Forschungen des Herrn G. Bodlaender entsprechend ihre Erklärung findet.

Schliesslich sei noch bemerkt, dafs die Abhandlungen dieser Sammlung auch einzeln käuflich sind. Möge das neue litterarische Unternehmen, welches ein gerade in den Kreisen der naturwissenschaftlichen Lehrer oft ausgesprochenes Bedürfnis zu befriedigen bestimmt ist, bei diesen die Beachtung finden, welche es verdient.

*J. Schiff.*

**Methodischer Leitfaden für den Anfangsunterricht in der Chemie.** Von Dr. W. Levin. Mit 87 Abbild. 2. Aufl. Berlin, O. Salle 1896. 170 S.

Der Leitfaden schließt sich in methodischer Hinsicht am meisten dem Wilbrandschen Verfahren an. Wie schon in der früheren Besprechung (d. Ztschr. VI 105) hervorgehoben, tritt zwar die feinere methodische Behandlung im Vergleich zu den Lehrbüchern des genannten Autors zurück, doch sind andererseits die Abweichungen genügend motiviert, so daß das Buch seinem Zwecke, an Oberrealschulen für den propädeutischen Kursus und an Realschulen als Leitfaden zu dienen, im allgemeinen gut entspricht. Besonders seien die Figuren — von denen ein großer Teil Originalzeichnungen sind, während andere z. B. den Arendtschen Büchern entnommen sind — rühmend hervorgehoben.

Zwei Einzelheiten können wir nicht übergehen. Auf S. 8 findet sich die unhaltbare Angabe, daß die Menge des frei und gebunden vorkommenden Sauerstoffs „etwa die Hälfte von dem ganzen Gewichte unseres Himmelskörpers“ ausmache; dieser Angabe, die das hohe spez. Gewicht unseres Planeten ganz außer acht läßt, liegt eine Verwechslung mit der relativen Häufigkeit des Sauerstoffs in der obersten Erdschichte (wobei übrigens das Meer mit seinem hohen Prozentsatz an O den Hauptfaktor abgibt) zu Grunde (vgl. F. W. Clarke, Phil. Soc. of Washington, B. Vol. II, S. 129—142; Clemens Winkler, Ber. d. Deutschen chem. Gesellsch. XXX, 1, S. 7—8). — Ein größeres Versehen liegt in der S. 148/149 gegebenen Tabelle vor, aus der man mit einigem Staunen ersieht, daß von sämtlichen aufgeführten (67) chemischen Elementen, z. B. allen Metallen, die Molekulargewichte bereits „mit Sicherheit festgestellt“ sind (S. 147); daselbst steht z. B. Aluminium mit dem „Molekulargewicht“ 54, Baryum mit 274, Eisen mit 112 u. s. w., indem jedesmal das Atomgewicht mit dem Faktor 2 multipliziert wurde. Hypothese und Forschungsergebnis sind hier verwechselt. Hoffentlich werden diese Fehler in einer neuen Auflage beseitigt.

O. Ohmann.

**Netoliczkas Physik und Chemie für Bürgerschulen.** In drei concentrischen Kreisen neu bearbeitet von J. Steigl, Dr. E. Kohl, K. Bichler. 1., 2. u. 3. Stufe. Wien 1896, Pichlers Ww. u. Sohn. 1. Stufe 100 S., 2. 132 S., 3. 114 S.

Die vorstehenden drei Büchlein sind eine Neubearbeitung der „Physik und Chemie für Bürgerschulen“ von Prof. Dr. Netoliczka, die seiner Zeit eine große Verbreitung fand. Es ist ein eigenartiger Versuch, der hier dargeboten wird, indem das ganze Pensum nicht nur, etwa nach Art des Unter- und Oberkursus, in zwei, sondern in drei Kursen bearbeitet ist; so wird beispielsweise in der Optik auf der unteren Stufe als Hauptsache die Reflexion an ebenen Flächen, auf der mittleren die an Hohlspiegeln sowie die Brechung im Prisma, und erst auf der oberen Stufe die Brechung in den Linsen durchgenommen. Als ein Mangel muß bezeichnet werden, daß gleich auf der ersten Stufe die Molekularhypothese so stark in den Vordergrund tritt; der hypothetische Charakter ist dabei nicht genügend betont, die Begründung (S. 7) geradezu verfehlt. Auch daß der Anfangsunterricht in der Chemie als ersten Hauptversuch die sog. Elektrolyse des Wassers bringt, ist schwerlich zu rechtfertigen. Dagegen enthalten die Bücher viele treffende kleinere Versuche (vergl. Netoliczka, Experimentierkunde, d. Zeitschr. VIII 232).

O. Ohmann.

**Der erste Chemieunterricht.** Ein methodisches Schulbuch mit geordneten Denküben von Kurt Geißler. Leipzig, W. Möschke, 1898. X u. 77 S.

Im vorliegenden Leitfaden ist der Stoff methodisch derart gegliedert, daß vom Versuche ausgegangen wird, Schlusfolgerungen daraus gezogen und Übungsfragen angeschlossen werden. Begonnen wird mit der Untersuchung der Luft nebst den Verbrennungserscheinungen, nicht auf Grund der Metallaschenbildung, sondern der Kalkwasserreaktion; darauf folgen Wasser nebst genaueren theoretischen Belehrungen, Sauerstoffsalze, Haloidsalze, die sog. Hydrüre, Sulfide und ein kurzer Abschnitt über organische Chemie. — Es soll durchaus anerkannt werden, daß sich Verfasser von dem Bestreben leiten läßt, die Erkenntnis allmählich im Schüler entstehen zu lassen, alles Dogmatische zu vermeiden und möglichst folgerichtig vorzugehen. Indessen ist die Betrachtungsweise vielfach, um recht deutlich zu sein, zu weit ausgespannen, so daß es dem Schüler und der Schülerin — denn auch auf diese will das Buch Rücksicht nehmen — oft genug schwer fallen wird, den leitenden Faden noch herauszuerkennen; denn die sämtlich gesperrt gedruckten, übrigens nicht kurz genug gefaßten „Schlusfolgerungen“ erscheinen alle gleichwertig und sind so zahlreich, daß der Schüler nicht unterscheiden kann, auf welche es vornehmlich ankommt. Auch muß bezweifelt werden, ob die Luftuntersuchung auf Grund der Kalkwasserreaktion für den ersten Anfang geeignet sei, so hübsch ausgearbeitet auch der Lehrgang gerade in diesem Teile ist; denn um da verständlich zu werden und streng zu bleiben, wird es notwendig, sogleich die Natur des Kalkes und Kalkwassers zu erläutern, wozu wiederum die bis dahin gewonnenen Grundbegriffe noch zu unvollständig sind; so kommt Verfasser schon auf S. 4 zu der Schlusfolgerung: „Durch längeres Glühen verändert die Kreide ihre Eigenschaften und wird

zu etwas, das durch Löschen alle Eigenschaften des Kalkes erhält (ungelöschter und gelöschter Kalk, genannt Kalkhydrat, Kalköfen!). Derselbe unsichtbare Stoff, welcher Kalk zu Kreide machen kann, wird vermutlich von der Kreide durch Glühen abgegeben (in die Luft“); und S. 7 steht bereits die weitgehende Schlussfolgerung: „In den Stoffen, die das Licht (soll heißen eine Kerze) oder auch unsere Lunge liefert, steckt Kohle; das beim Verbrennen mit dem O der Luft erzeugte Produkt heisst mit Recht wasserfreie Kohlensäure. Vereinigung zweier Stoffe derart, das sie in den kleinsten Teilen andere Beschaffenheit zeigen, heisst chemische Verbindung. Verbrennung ist chemische Verbindung von O mit einem anderen Stoffe unter Hitze. Kreide ist kohlenaurer Kalk. Reine Kohle, auch genannt Kohlenstoff, heisst kurz C.“ Statt der Einfachheit, die der Verfasser dem Vorwort gemäss anstrebt, wird so vielmehr eine gewisse Buntheit hervorgerufen. Auch die „Übungsfragen“ sind zuweilen nicht geschickt gestellt, so S. 1, nach Erörterung einiger physikalischen Erscheinungen, „2. Wieso hat Wasser nicht an sich das Bestreben, emporzusteigen oder hinabzufließen? 3. Wenn Wasser im festgehaltenen Glasrohr ruhend schwebt, welche Kräfte wirken so gegeneinander, das keine Bewegung entsteht?“ Dagegen sind die Versuche aus der organischen Chemie sehr zweckmässig ausgewählt, die Darlegungen klar und frei von Breite. — Auf Einzelheiten möchten wir nicht eingehen, nur einiges sei erwähnt; statt Molekül wird immer gesagt „das Molekel“ mit dem Plural „die Molekel“; dem Satze, das Quecksilberoxyd zerlegt wird, „falls die Flamme Hitze über 360° giebt“, liegt wohl eine Verwechslung zu Grunde; die Schreibweise ClH, ClNa, JK u. s. w. der vulgären Sprechweise zu Liebe, kann nicht gebilligt werden; Figuren und Register sind nicht beigegeben; die am Schluss angefügten „Behaltverse“ nach Art der alten Zumptischen Genusregeln müssen als ein Fehlgriff bezeichnet werden. — Andererseits soll hervorgehoben werden, das manche Gedankengänge und Fragen, besonders physikalische, sowie Versuchsarrordnungen ganz origineller Natur sind, so das sich in dieser Beziehung der Leitfaden von manchen ähnlichen, die nichts Eigenes bieten und für die Methodik des chemischen Unterrichts belanglos sind, vorteilhaft unterscheidet.

O. Ohmann.

Physikalische Chemie für Anfänger. Von Dr. M. Ch. van Deventer. Mit einem Vorwort von J. H. van't Hoff. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1897. 167 S. M. 3,50; geb. M. 4,00.

Das Buch ist aus den früheren Vorlesungen van't Hoff's in Amsterdam hervorgegangen, indem der Verfasser zuerst Zuhörer, dann Mitarbeiter van't Hoff's im Laboratorium war. Es soll namentlich den Bedürfnissen der Mediziner und Pharmaceuten sowie der angehenden Chemiker entgegenkommen, ist aber auch angehenden Physikern zu empfehlen, da es die so wichtigen Resultate der neueren physikalischen Chemie in einfacher und übersichtlicher Weise zusammenfasst. So giebt es in 7 Hauptkapiteln: Definitionen, Grundgesetze über die Zusammensetzung, über das Verhalten der Gase; einige Punkte aus der chemischen Wärmelehre; nähere Ausführungen über Lösungen, photochemische Erscheinungen und das periodische System. Das Buch, ursprünglich holländisch geschrieben, zeichnet sich auch in der — vom Verfasser besorgten — Übersetzung durch Klarheit des Stiles aus; recht nützlich ist auch, das manches Gesetz nicht nur in einer Fassung, sondern in zweien oder dreien formuliert ist. Für einige Darlegungen wäre eine Figur, deren das Buch nur ganz vereinzelte enthält, von Nutzen gewesen, beiläufig sei erwähnt, das S. 16 neben dem „normalen Druck“ von 760 mm als „normale Temperatur“ irrthümlich 15° C. angegeben ist. Das Buch sei allen empfohlen, die sich über die wichtigsten Ergebnisse der physikalischen Chemie kurz orientieren wollen.

O. Ohmann.

Bau des menschlichen Körpers, Leitfaden für den Unterricht. Von Prof. Dr. Lensch, Oberl. a. Wilh.-Gymn. zu Berlin. Mit 32 Bildern. 2. Aufl. Berlin 1897. Wiegand u. Grieben. 84 S.

Der Leitfaden giebt in klarer Entwicklung einen Überblick über die Organsysteme des Menschen. Auf die Darstellung der Gesundheitsregeln ist eine anerkennenswerte Sorgfalt verwendet. Die nicht gerade zahlreichen, aber zweckmässig ausgewählten Abbildungen sind zum Teil dem vom Kaiserl. Gesundheitsamt besorgten Gesundheitsbüchlein (Berlin, J. Springer) und der Physiologie von Landois entlehnt. Da das Buch keine oberflächliche Arbeit ist, vielmehr den Stempel gründlichen Fleisses trägt, so sei es der Beachtung der Fachgenossen bestens empfohlen.

O. Ohmann.

## Versammlungen und Vereine.

### III. internationaler Congress für angewandte Chemie. Wien 1898.

Der Congress wird vom 28. Juli bis 2. August in Wien tagen und aufser einer Reihe aktueller Fragen — z. B. Anbahnung international gültiger, einheitlicher Untersuchungsmethoden 1. für die Analyse solcher Produkte, welche auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung bewertet und in Verkehr

gebracht werden, 2. für die Controle der verschiedenen industriellen chemischen Betriebe — auch eine Besprechung von Fragen des Unterrichtes bringen. Letztere beziehen sich hauptsächlich auf die Vorschriften der Staatsprüfung für das chemisch-technische Fach.

Die Gegenstände, die in XII Sektionen beraten werden, sind: I. Allgemeine analytische Chemie und Instrumentenkunde, II. Nahrungsmittelchemie, medizinische und pharmaceutische Chemie, III. Agrikulturchemie, IV. Zucker-Industrie, V. Gährungs-Industrie, VI. Chemie des Weines, VII. Chemische Industrie der anorganischen Stoffe, VIII. Metallurgie, Hüttenkunde und Industrie der Explosivstoffe, IX. Chemische Industrie der organischen Stoffe, X. Chemie der graphischen Gewerbe, XI. Unterrichtsfragen und allgemeine Angelegenheiten der Chemiker, XII. Elektrochemie.

Auskünfte und detaillierte Congressprogramme sind vom General-Sekretariat, Wien IV/2, Schönburgerstrasse 6, erhältlich. Als Ehren-Präsident des Congresses fungiert A. Bauer, als Präsident H. v. Perger.

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

#### 7. Hauptversammlung zu Leipzig vom 31. Mai bis 2. Juni 1898.

Die Versammlung fand in den Räumen des Realgymnasiums statt und zählte etwa 100 Teilnehmer. Die Eröffnung erfolgte durch den Vorsitzenden, Direktor Dr. Schotten. Als Vorsitzender des Ortsausschusses begrüßte Herr Prof. Dr. Böttcher die Anwesenden, indem er auf die vor acht Jahren an derselben Stelle erfolgte Gründung des Vereines hinwies.

Hierauf sprach Herr G.-R. Prof. Dr. Ostwald als Vertreter der Universität. Er betonte deren enge Verbindung mit der Schule. Von der letzteren stamme die erste Gestaltung des wissenschaftlichen Denkens; sie habe das auf der Universität geförderte Material weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Im Anschluß an seine Erwiderungsrede überreichte der Vorsitzende eine der Versammlung gewidmete Schrift des leider am Erscheinen verhinderten Prof. Holzmüller: „Zur elementaren Behandlung des logarithmischen Potentials“.

#### Vorträge:

1. Wernicke (Braunschweig): „Die mathematisch-naturwissenschaftliche Forschung in ihrer Stellung zum modernen Humanismus“. In ausführlicher historischer Begründung zeigte der Redner, daß der heutige Gegensatz ursprünglich nicht vorhanden gewesen, überdies nicht notwendig sei und sich leicht überbrücken lasse. Auch der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht könne erfolgreich mitwirken an der Erziehung selbstloser Persönlichkeiten von nationaler Richtung, die ihre Zeit aus der Vergangenheit verstehen, um mitzuschaffen für die Zukunft.

2. Schmidt (Leipzig): „Die Geographie in den oberen Klassen der höheren Lehranstalten“. Der Vortragende befürwortete in überzeugender Weise die Einführung des geographischen Unterrichts in die oberen Klassen.

3. Böttcher (Leipzig): „Geometrische Schieb- und Drehmodelle“. An einer Reihe von Modellen, die von den Schülern mit den einfachsten Hilfsmitteln angefertigt waren, wurde gezeigt, wie man beim Unterricht der Anschauung zu Hilfe kommen und diesen durch Anregung der Selbstthätigkeit fruchtbar machen könne.

Der Nachmittag war dem Besuch einiger Universitätsinstitute gewidmet. Im botanischen Institut veranstaltete Herr G.-R. Prof. Dr. Pfeffer eine Reihe von Vorführungen mit einem großen Projektionsapparat eigener Konstruktion. Im chemisch-physikalischen Institut machte Herr G.-R. Prof. Dr. Ostwald insbesondere auf einen selbstregistrierenden größeren Thermostat, sowie auf einen Apparat zur Herstellung flüssiger Luft und die Verwendung letzterer zu Versuchszwecken aufmerksam. Im physikalischen Institut hielt sodann noch Herr Prof. Dr. Drude einen längeren „Experimentalvortrag über elektrische Wellen“. Er begann mit den Versuchen von Tesla und ging dann näher auf die Demonstration des sogenannten Moorelichtes ein, bei welchem die nötige rasche Unterbrechung des Stromes durch einen Wagnerschen Hammer bewirkt wird, der in einem sehr hohen Vakuum liegt (vgl. diese Zeitschr. X 45). Sodann stellte er einige Versuche mit elektrischen Drahtwellen an und wies auf deren Bedeutung für chemische Untersuchungen hin. Für letztere Zwecke hat der Vortragende einen praktischen Apparat konstruiert, der nur  $\frac{1}{8}$  ccm Substanzmenge erfordert. Den Schlufs bilden Versuche mit dem Marconischen Apparat. Es wurde auch darauf hingewiesen, daß selbst wenn ein Leitungsdraht zwischen den Stationen gelegt werden müsse, derselbe nicht von der Erde oder vom Wasser isoliert zu sein brauche. Ein anderer Vorteil gegenüber dem bisherigen Systeme liege bei Anwendung der Funkenentladungen in der großen Steigerung der Geschwindigkeit der Telegraphie.

2. Tag. Der Vorsitzende eröffnete die Versammlung mit der Begrüßung des Vertreters der Kgl. Sächsischen Regierung, des Herrn G.-R. Dr. Vogel.

Vorträge:

1. Schwalbe (Berlin): „Die Lehrer der Naturwissenschaften als Beaufsichtiger der schulhygienischen Verhältnisse“. Der Vortrag gipfelte in folgenden Thesen: 1. Die naturwissenschaftlichen Lehrer sind ihrer Vorbildung nach imstande, die allgemeine hygienische Überwachung der Schulen zu übernehmen. 2. An jeder Anstalt wird ein Fachlehrer der Naturwissenschaften beauftragt, dem Direktor über die hygienischen Verhältnisse der Anstalt regelmäßig Bericht zu erstatten, ebenso auch der vorgesetzten Behörde (hygienischer Inspektor). 3. Der hygienische Inspektor ist verpflichtet, die für die gesundheitliche Controlle notwendigen Listen zu führen. 4. Alle hygienischen Mafsregeln des Unterrichts können nur unter Berücksichtigung der pädagogischen und wissenschaftlichen Forderungen getroffen werden. 5. Es ist wünschenswert, dafs in der Schulaufsichtsbehörde ein Arzt als Mitglied ernannt wird. — Diese Thesen fanden die Zustimmung der Versammlung.

2. Schülke (Osterode) und Pietzker (Nordhausen), Referat und Correferat über die Frage: „Wodurch sorgt man für einen stetigen Fortschritt im Unterricht“?

Nach lebhafter Debatte erklärte sich die Versammlung im Sinne von Herrn Prof. Dr. Schwalbe für die Schaffung einer Auskunftsstelle, namentlich für Lehrmittel.

Die Versammlung trennte sich hierauf in eine mathematisch-physikalische und eine chemisch-naturgeschichtliche Sektion.

Vorträge:

A. 1. Wehner (Plauen): „Der Aufbau der Stereometrie“. Der Redner verwirft den Ausgang von dem allgemeinen Cavalierischen Satz, will aber die Cavalierische Methode gewahrt wissen.

2. Weise (Halle a. S.): „Die Bedeutung der physikalischen Dimensionsformeln und deren Nutzen für die Schule“. Es werden folgende Vorteile hervorgehoben: 1. Die Möglichkeit einer mechanischen Ausführung der Umrechnung. 2. Die Prüfung der Richtigkeit des Ansatzes einer Gleichung. 3. Die Benutzung zur Auffindung unbekannter Gesetze auf experimenteller Grundlage. 4. Der einfache Einblick in den Zusammenhang des gewählten Mafssystems. 5. Die leichte Mafsbestimmung der physikalisch-technischen Gröfsen. Trotz dieser Vorzüge spricht sich der Vortragende unter Zustimmung der Versammlung dahin aus, dafs die Dimensionsformeln für den Unterricht nur von untergeordnetem Werte seien.

B. 1. Lohrmann (Annaberg): „Die Verteilung des zoologischen Unterrichtsstoffes mit besonderer Berücksichtigung der Anthropologie“.

2. Löwenhardt (Halle a. S.): „Die Notwendigkeit von Hausarbeiten im chemischen Unterricht“. Die Arbeiten sollen dazu beitragen, den Schüler auf dem ihm anfänglich fremden Gebiet bald heimisch zu machen. Es ist vom Einfachsten auszugehen. Von der Beschreibung des im Unterricht Gesehenen ist methodisch fortzuschreiten bis zu umfassenden Arbeiten, in denen die Abiturienten ihr Wissen voll zur Geltung bringen können. Die Vorbereitung dieser stilistischen Arbeiten, die auch als kürzere Klassenarbeiten fruchtbar zu machen seien, dürfte bei passender Auswahl des Stoffes wenig Zeit erfordern. Insbesondere könnte auch die Repitition ihnen dienstbar gemacht werden. Den Ausführungen wurde im allgemeinen zugestimmt, jedoch hervorgehoben, dafs bei der beschränkten Stundenzahl für die meisten Schulgattungen an eine Ausführung nicht zu denken sei.

3. Tag. Die letzte Sitzung war wesentlich geschäftlicher Natur. Aus dem Bericht des Herrn Oberlehrer Presler (Hannover) sei hervorgehoben, dafs die Mitgliederzahl des Vereins jetzt 688 gegen 617 am Anfang des Jahres beträgt.

Herr Redakteur Professor Hoffmann (Leipzig) hat der Versammlung das soeben erschienene Heft seiner Zeitschrift gewidmet, worin an erster Stelle sich ein von ihm verfaßter Aufsatz über den verdienstvollen Mathematiker Bardey befindet. Mit Beziehung hierauf regt er an, dafs die Lehrer der Mathematik ihrem Dank für die grofsen Leistungen des Verstorbenen einen sichtbaren Ausdruck leihen möchten.

Zum Schluß sprach noch Schotten (Halle a. S.) über „Das combinatorische Verfahren in der Mathematik“. Er wies an der Hand von Beispielen darauf hin, wie man mit Hilfe der combinatorischen Methode ein Thema möglichst fruchtbar gestalten könne. — An die Versammlung schlofs sich ein Ausflug nach Grimma an.

Erwähnt sei noch, dafs mit der Versammlung eine gut beschiedene Ausstellung von Lehrmitteln verbunden war.

G. Schwarze, Leipzig.

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

*Sitzung am 27. März 1897.* Herr K. Rosenberg erklärte die nach seinen Angaben im physikalischen Lehrsaale des K. K. Officierstöchter-Erziehungs-Instituts ausgeführte Starkstromanlage und führte damit eine Reihe physikalischer und chemischer Schulversuche zum Teil unter Verwendung eines Projektionsapparates vor. Er tauchte ferner eine mit Quecksilber gefüllte Torricellische Röhre zunächst in ein Quecksilbergefäß und, nachdem sich das Quecksilber normal eingestellt hatte, in ein Gefäß mit gefärbtem Wasser. Das Quecksilber fiel aus der Röhre heraus und diese füllte sich ganz mit Wasser, das nicht herausfloß, als der Vortragende die Röhre lotrecht aus dem Wassergefäß heraushob.

*Sitzung am 10. April 1897.* Herr A. Březina hielt einen Vortrag über ein zu Wien geplantes Urania-Unternehmen. Die Behauptungen des Vortragenden, daß die Urania zu Berlin lediglich darauf ausgehe, dem Besucher alles spielend beizubringen, und daß dort hervorragende Fachmänner sich von dem Unternehmen fernhalten, entsprechen jedoch nicht den Thatsachen.

*Sitzung am 8. Mai 1897.* Herr E. Maifs zeigte die Verwendbarkeit des Kohlrauschschen Spiegelgalvanometers (*Müller-Pfaundler III 612*) im Unterrichte durch eine Reihe von Versuchen und Messungen.

*Sitzung am 12. Juni 1897.* Herr V. Grünberg führte seinen Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts kleiner Körper vor. (Vgl. *Vierteljahresberichte des Wiener Vereins u. s. w. II 81.*) — Herr E. Maifs zeigte einige Schulversuche, bei denen die Benutzung von Elektromotoren besonders empfehlenswert erscheint.

*Sitzung am 23. Oktober 1897.* Herr Joh. A. Kail zeigte eine Reihe chemischer Apparate und Versuche.

*Sitzung am 27. November 1897.* Herr J. Wanka führte seinen neuen Kreiselapparat vor, über den ein ausführlicher Bericht in dieser Zeitschrift erscheinen wird. — Herr K. Milla zeigte eine von ihm construierte Schraube, die als Motor für ein Wägelchen auf gerader oder kreisförmiger Bahn verwendet werden kann. — Herr J. Hirschler führte das pneumatische Fernthermometer von Daurer vor und wies mittels eines Weinholdschen Projektionsgalvanometers den Thermostrom in stellenweise gehärtetem und stellenweise ungehärtetem Drahte nach.

*Sitzung am 18. Dezember 1897.* Herr P. Ruppe führte die Teslaschen Versuche mit dem Apparate von Elster und Geitel aus. — Herr J. Tuma zeigte die Marconische Funkentelegraphie. Der Sender bestand 1. aus einer Tesla-Anordnung: aus einem Hochspannungstransformator, durch dessen Primärspule der Wechselstrom der Centrale floß und dessen Sekundärspule mit den unpaarigen Belegen zweier Condensatorenbatterien verbunden, vorher aber zu einer Funkenstrecke verzweigt war, 2. aus einem zweiten Transformator, dessen Primärspule an die paarigen Belege jener Condensatoren gelegt war, während die Sekundärspule in die Entladungskugeln endigte, von denen die Funken auf einen Marconischen Wellenerreger übersprangen. In den Primärstrom des ersten Transformators war als Unterbrecher eine Art Morsetaster eingeschaltet. Der Empfänger bestand aus einem zwischen zwei Metallplatten von geeigneter Capacität angebrachten Fritter, der mit einem Relais in den Stromkreis eines galvanischen Elementes geschaltet war. Um den Fritter selbstthätig zu erschüttern, war mit dem Morseschen Schreibapparat ein zweites Relais verbunden, das den Fritterstromkreis jedesmal, nachdem das Zeichen auf den Papierstreifen geschrieben war, unterbrach, während das Aufschlagen des Schreibhebels das Erschüttern des an ihm befestigten Fritters besorgte.

*Sitzung am 29. Januar 1898.* Herr V. von Lang hielt einen Vortrag über Polarisations-Erscheinungen und ihre Projektion.

*Sitzung am 26. Februar 1898.* Herr H. Huber hielt einen Experimental-Vortrag über Schwefeldioxyd, Schwefeltrioxyd und Schwefelsäure. — Derselbe zeigte eine seit jüngster Zeit bei Radfahrern in Gebrauch gekommene Acetylenlampe samt Gasentwicklungsapparat, die als völlig gefahrlos zu bezeichnen ist.

### Mitteilungen über physikalische Schülerübungen.

Auf die Aufforderung des Herausgebers d. Zeitschr. im letzten Heft des X. Jahrgangs ist eine Anzahl von teils kürzeren, teils ausführlicheren Mitteilungen eingelaufen, über die hier auszugsweise berichtet werden soll. Die Mitteilungen beziehen sich auf 2 Realgymnasien (R.G.), 2 Oberrealschulen (O.R.), ein Progymnasium (P.) und 2 Realschulen (R.S.).

1. Berlin, Sophien-R.G. (Dr. P. Johannesson) seit Ostern 1896: Übungen 3stündig, facultativ; jeder Schüler einzeln, höchstens 9 gleichzeitig; Gesamtzahl 27 aus den Klassen OI, UI, OII, über drei Wochen verteilt.

2. Berlin, Königst. R.G. (Dr. M. Mögelin) seit 1895: Übungen 1stündig, facultativ; Schüler aus OI und UI in Gruppen von meist je 3, Gesamtzahl 12, doch nur alle 14 Tage, da mit Chemie abwechselnd; die eine Hälfte arbeitet immer chemisch, die andere physikalisch (unter Assistenz eines wissensch. Hilfslehrers).

3. Hamburg, O.R. vor dem Holstenthor (Dr. F. Bohnert) seit Ostern 1897: Übungen 2stündig, facultativ; Schüler aus OII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12.

4. Halle a. S., Städt. O.R. (K. Weise) seit Ostern 1894: Übungen 2stündig, facultativ; Schüler aus OII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12—16 (bei größerer Zahl Verteilung auf wöchentlich zwei Nachmittage). Seit Ostern 1897 Rühlmann.

5. Duderstadt, P. (R.P.) (Dr. Bödige, jetzt in Osnabrück), Ostern 1893—Ostern 1897: Übungen 2stündig, wahlfrei mit Englisch zusammen neben Griechisch. Schüler aus OIII und UII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12.

6. Waldkirch i. B., R.G. (Dr. O. Gerlach) seit 1889: wöchentlich viermal 1 Stunde; Übungen 1stündig mit Schülern der obersten Klasse; in Gruppen von je 2, jedesmal drei Gruppen. Man vgl. einen Aufsatz von O. Gerlach „Die Ergänzung des physikalischen Unterrichts durch Schülerübungen“ in Zeitschr. f. lateinlose h. Schulen VII, Heft 8 (1896). Ebenda ein Normalverzeichnis physikalischer Apparate für sechsklassige Anstalten.

7. Lennep, R.S. (Dr. P. Rittinghaus): Übungen nicht regelmäsig, 1—2 Stunden umfassend, Schüler der UII in Gruppen von 2—3.

An mehreren anderen Anstalten beschränken sich die Übungen auf gelegentliche Wiederholung von im Unterricht vorgekommenen Versuchen, zumeist messender Art, so in Brandenburg a. H. R.G., (Fr. C. G. Müller). Dies Verfahren wird sich überall da empfehlen, wo keine regelmäsigten Übungen eingerichtet werden können, namentlich auch an Gymnasien.

Dafs die Einrichtungen im einzelnen sehr von einander abweichen, darf nicht Wunder nehmen, da hierbei aufser der Art der Übungen auch lokale und persönliche Bedingungen eine wichtige Rolle spielen.

Bezüglich der Auswahl der Versuche sei den erhaltenen Mitteilungen noch Folgendes entnommen: Im Berliner Sophien-R.G. bestehen die Übungen ausschliesslich in Messungen, für welche vielfach die Anfängerübungen nach A. Kundt an der Berliner Universität als Vorlage gedient haben. — Vom Königstädt.-R.G. zu Berlin giebt Dr. Mögelin 51 Aufgaben an, die teils Schulversuche, teils einfache Messungen umfassen; hervorgehoben sei aus diesen die Bestimmung von Wellenlängen durch Newtonsche Ringe und durch Beugung, die Bestimmung der photographischen Expositionsdauer bei Momentverschluss. — Ähnliche Übungen (39) giebt auch Bohnert (Hamburg R.S.) an: z. B. Bestimmung des Ausdehnungscoëfficienten von Alkohol oder Schwefelsäure mit dem Pyknometer; Abhängigkeit des spec. Gewichts einer Salzlösung vom Salzgehalt (graphisch); Unterschied in der Strahlung eines blanken und eines beruhten Gefäßes (graphisch); Bestimmung der spec. Wärme des Terpentin mit dem Strahlungskalorimeter; Bestimmung der Meridianrichtung mit dem Gnomon auf dem Dach der Schule. — Unter den Versuchen von K. Weise (Halle) befindet sich die Messung an Noacks compensiertem Wasserdilatometer, und das Wachsen der magnetischen Kraft eines Stahlstäbchens mit der Zahl der Striche. — Bödige (Duderstadt) giebt folgende Übungsgruppen an: Schätzen und Messen von Längen, Flächen und Körpern (Dicke eines Drahtes); Gebrauch der Wage; Volumbestimmungen unregelmäsigter Körper; Handfertigkeitsübungen (Papparbeiten, Krystallmodelle, Löten, Feilen, Behandlung von Glas); Anfertigung von Tabellen, graphischen Darstellungen, Zeichnungen; Bestimmung des specifischen Gewichts; Freihandversuche, Wiederholung von Schulversuchen; Anfertigung einfacher Apparate und Anschauungsmittel. Insbesondere bestätigt Bödige die Anregung und Förderung, die den Schülern aus solchen Übungen erwächst.

Bemerkenswert ist noch, dafs nur von zweien der Anstalten (Hamburg O.R. und Halle O.R.) angegeben ist, dafs die auf solche Übungen verwendete Zeit den Lehrern auf ihre Pflichtstundenzahl angerechnet worden ist. —

Im Interesse der Sache bittet die Redaktion um weitere Mitteilungen.

Himmelserscheinungen im August und September 1898.

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

Monatstag	August						September						
	3	8	13	18	23	28	2	7	12	17	22	27	
Helio- centrische Längen.	239 <sup>o</sup>	252	266	280	295	312	330	351	15	43	74	106	♁
	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	325	♀
	311	316	321	325	330	335	340	345	350	355	359	4	♁
	33	36	38	41	44	47	50	52	55	58	61	63	♁
	195	196	196	196	197	197	197	197	198	198	199	199	199
	251	251	251	251	252	252	252	252	252	252	252	253	♁
Aufst. Knoten.	286	286	286	286	285	285	285	285	284	284	284	284	☾
Mittl. Länge.	324	30	96	162	228	293	359	65	131	197	263	329	☾
Geo- centrische Rekt- ascensionen.	330	33	97	157	218	295	3	67	131	189	260	332	☾
	159	164	168	170	170	169	166	162	159	160	163	170	♀
	173	178	183	188	193	198	203	208	213	218	222	227	☉
	134	138	143	148	152	157	161	166	171	175	179	184	☉
	69	72	76	79	83	86	90	93	96	99	102	105	♁
	186	187	188	189	190	190	191	192	193	194	195	196	♁
	244	244	244	244	244	244	245	245	245	245	246	246	♁
Geo- centrische Dekli- nationen.	- 9	+ 18	+ 24	+ 5	- 20	- 21	+ 7	+ 25	+ 16	- 9	- 25	- 7	☾
	+ 8	+ 5	+ 3	+ 1	- 0	- 0	+ 2	+ 4	+ 7	+ 8	+ 8	+ 6	♁
	+ 4	+ 1	- 1	- 4	- 6	- 9	- 11	- 14	- 16	- 18	- 20	- 21	♀
	+ 17	+ 16	+ 15	+ 13	+ 11	+ 10	+ 8	+ 6	+ 4	+ 2	+ 0	- 2	☉
	+ 22	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 24	+ 24	+ 23	+ 23	+ 23
	- 1	- 2	- 2	- 3	- 3	- 3	- 4	- 4	- 4	- 5	- 5	- 6	♁
	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	♁
Anfang.	16 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	16.34	16.42	16.51	16.59	17.7	17.16	17.24	17.32	17.41	17.49	17.58	☉
	8 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup>	9.31	13.15	19.13	0.24	5.22	6.56	9.13	14.31	20.49	1.53	4.29	☾
Untergang.	7 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	7.37	7.27	7.17	7.6	6.55	6.44	6.32	6.21	6.9	5.57	5.45	☉
	19 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	0.47	5.31	7.12	8.41	14.1	21.6	1.54	4.47	6.3	9.4	15.57	☾
Zeitglg.	+ 5 m 57s	+ 5.23	+ 4.39	+ 3.40	+ 2.27	+ 1.4	- 0.28	- 2.7	- 3.50	- 5.36	- 7.21	- 9.4	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

August 1	17 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	Vollmond	September 7	11 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	Letztes Viertel
8	19 13	Letztes Viertel	9	10	Mond in Erdferne
12	18	Mond in Erdferne	15	13 10	Neumond
16	23 35	Neumond	22	15 39	Erstes Viertel
24	9 32	Erstes Viertel	24	19	Mond in Erdnähe
28	14	Mond in Erdnähe	29	12 11	Vollmond
31	1 51	Vollmond			

**Aufgang der Planeten.** Aug. 16 ♁ 19<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> ♀ 20.56 ♂ 11.16 ♃ 21.3 ♄ 2.23  
Sept. 15 16.12 22.15 10.32 19.39 0.31

**Untergang der Planeten.** Aug. 16 7.48 8.34 3.50 8.45 10.49  
Sept. 15 5.44 7.15 3.18 6.57 8.53

**Constellationen.** August 8 16<sup>h</sup> ♁ in größter östlicher Ausweichung; 9 5<sup>h</sup> ♁ im Aphel; 9 14<sup>h</sup> ♁ stationär; 11 6<sup>h</sup> ♂ ☉; 19 3<sup>h</sup> ♁ ☉; 20 18<sup>h</sup> ♃ ☉; 20 21<sup>h</sup> ♀ ☉; 24 18<sup>h</sup> ♁ ☉; 28 20<sup>h</sup> ♁ ☉. — September 5 6<sup>h</sup> ♁ untere ☉; 9 2<sup>h</sup> ♂ ☉, Bedeckung; 14 10<sup>h</sup> ♁ ☉; 17 6<sup>h</sup> ♁ im Aphel; 17 10<sup>h</sup> ♃ ☉; 19 8<sup>h</sup> ♀ ☉; 21 2<sup>h</sup> ♁ ☉; 21 4<sup>h</sup> ♁ in größter westlicher Ausweichung; 21 6<sup>h</sup> ♁ in größter östlicher Ausweichung; 22 5<sup>h</sup> ♁ im Perihel; 22 14<sup>h</sup> ☉ im Zeichen der Waage, Herbst-Nachtgleiche.

**Jupitermonde.** Wegen zu großer Nähe der Sonne ist das Jupiter-System nicht zu beobachten.

**Veränderliche Sterne.** Algols-Minima treten ein Aug. 3 9<sup>h</sup>, 17 17<sup>h</sup>, 20 14<sup>h</sup>, 23 11<sup>h</sup>, 26 8<sup>h</sup>; Sept. 9 16<sup>h</sup>, 12 12<sup>h</sup>, 15 9<sup>h</sup>, 18 6<sup>h</sup>, 29 17<sup>h</sup>. Mit dem Erlöschen der Mitternachts-Dämmerung, für Berlin am 26. Juli, sind auch für die übrigen Veränderlichen die Bedingungen günstiger geworden. In den späteren Stunden kommt *Mira Ceti* im Osten herauf.

**Sternschnuppen und Zodiakallicht.** Die Perseiden sind gut zu beobachten. Betreffs systematischen Aufzeichnens setze man sich mit der Königlichen Sternwarte zu Berlin in Verbindung. Das Zodiakallicht ist an den mondfreien Morgen im August gegen 15<sup>h</sup>/<sub>2</sub>, im September gegen 16<sup>h</sup> am Osthimmel aufzufinden.  
*J. Pfaffmann, Warendorf.*

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.