

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Leybold's Nachfolger, E.
Titre	Erster Nachtrag zum Preisverzeichnis physikalischer Apparate : Mechanische und Optische Werstätten
Adresse	Bonn : Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei und Verlag., [v. 1907]
Collation	1 vol. (192 p.) : ill. ; In-4
Nombre de vues	212
Cote	CNAM-MUSEEIS0.4-LEY
Sujet(s)	Laboratoire -- Appareils et matériel Optique -- Instruments Instruments de mesure Électricité -- Laboratoires Catalogues de constructeurs
Thématique(s)	Catalogues de constructeurs
Typologie	Ouvrage
Langue	Allemand
Date de mise en ligne	12/03/2026
Date de génération du PDF	13/03/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://documentation.arts-et-metiers.net/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=23562
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?M19952

ARMOIRE

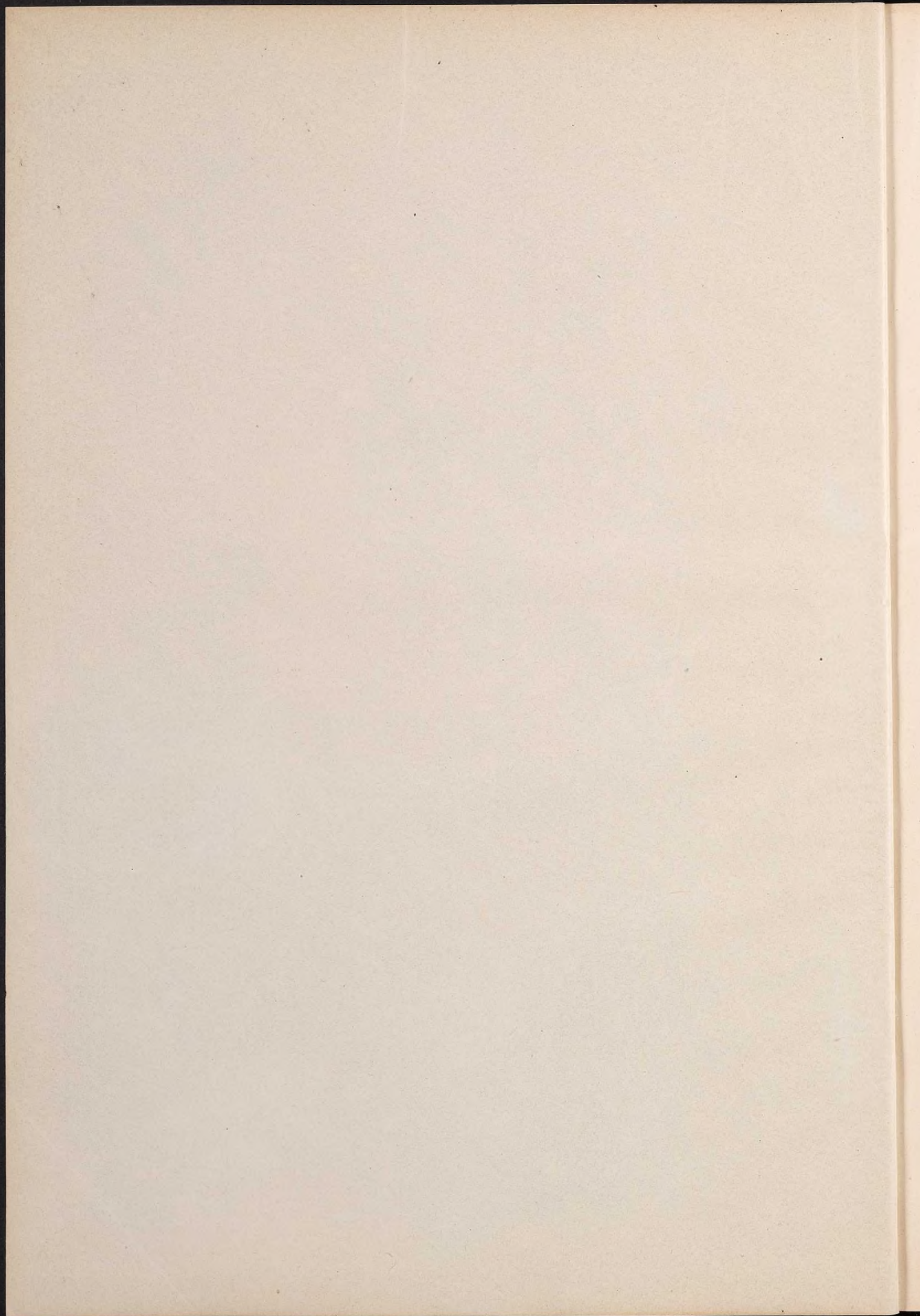
Erster Nachtrag
zum Preisverzeichnis
physikalischer Apparate

F. Leybold's Nachfolger
Cöln a. Rh.

Mechanische und
Optische Werkstätten









Einrichtungen und Apparate

für den

Physikalischen Unterricht

sowie für Übungen im Praktikum

nebst

Literaturangaben und Gebrauchsanweisungen

von

E. Leybold's Nachfolger

Cöln a. Rh.

Erster Ergänzungsband.



Bonn a. Rh.

Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei und Verlag.

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Physikalisches Institut

Der vorliegende erste Ergänzungsband zu unserem Jubiläumskatalog enthält außer einer Anzahl von Originalkonstruktionen unserer Werkstätten diejenigen Apparate, welche in Jahrbüchern, Zeitschriften und Separatabhandlungen bekannter Experimentalphysiker seit dem Erscheinen unseres Hauptkataloges veröffentlicht worden sind. Außer den Neuauflagen von Weinhold's Physikalischen Demonstrationen und Wiedemann und Ebert's Physikalischem Praktikum nennen wir besonders die Aufgaben für physikalische Schülerübungen von Noack und die verschiedenen Abhandlungen von Grimsehl.

Es entspricht der Entwicklung des physikalischen Unterrichtes, wenn dieser Nachtrag zum großen Teil solche Apparate enthält, welche sich für **physikalische Schülerübungen** besonders gut eignen; diesen haben wir in den letzten Jahren mit Unterstützung verschiedener Herren Fachlehrer große Aufmerksamkeit zugewendet und solche auch schon in vielen Schulen eingerichtet. Daß auch die neuesten Errungenschaften unserer Wissenschaft mit berücksichtigt werden, beweisen die Kapitel über Radioaktivität und über Flüssige Krystalle.

Veranlaßt durch die günstige Aufnahme, die unser Hauptkatalog dank seinen vielen Gebrauchsanweisungen in Lehrerkreisen gefunden hat, haben wir auch diesem Nachtrage denselben Charakter gegeben. Nur von der Auszeichnung der am häufigsten verlangten Apparate durch Sternchen haben wir naturgemäß abgesehen.



Urteile der Fachpresse über unseren Jubiläumskatalog:

Die „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“ (XVIII, p. 61) schreibt:

„Ein stattlicher Band von 902 Seiten liegt vor uns, wohl das Vollkommenste, was bisher, wenigstens in Deutschland, auf diesem Gebiete geleistet worden ist, zugleich eine Jubiläumsschrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens der Firma. Der Band enthält eine sehr reichhaltige und nahezu vollständige Übersicht der gebräuchlichsten Unterrichtsmittel für die Physik. Dankenswert ist auch die vielfache Zufügung von Gebrauchsanweisungen, das Verzeichnis wird dadurch zu einem schätzbaren Hilfsmittel für die physikalische Technik und zu einem bequemen Nachschlagebuch für den Experimentator. Manchem wird auch willkommen sein, daß über die zahlreichen Apparate nach A. Weinhold, die im Katalog aufgeführt sind, am Schlusse eine den „Demonstrationen“ entsprechende Übersicht gegeben ist. Zu den Spezialitäten der Firma gehören die Einrichtungen für Unterrichts- und Laboratoriumsräume, die Projektionsapparate und Vorrichtungen für elektrische Anschlüsse. Hinzugefügt ist auch ein 165 Nummern umfassendes Verzeichnis von Apparaten für physikalische Schülerübungen nach Noack. Der rührigen Firma kann das Zeugnis gegeben werden, daß sie durch diese Veröffentlichung auch ihr Teil zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beiträgt.“

Die „Physikalische Zeitschrift“ (VI, p. 248) schreibt:

„Der vorliegende Riesenkatalog mit seinen fast tausend Folioseiten und seinen mehreren tausend Figuren gibt in der Tat einen vorzüglichen Überblick über die Hilfsmittel, welche für den modernen, naturwissenschaftlichen Unterricht zur Verfügung stehen, um so mehr, als durch die übersichtliche Anordnung des Stoffes, sowie durch zahlreiche Erläuterungen und Hinweise auf viel gebrauchte Lehrbücher und zahlreiche Originalarbeiten die Orientierung sehr erleichtert und eine vielseitige Benutzung ermöglicht wird. Das durch seine vorzüglichen Figuren und seine ganze Anordnung prächtig ausgestattete Werk ist zugleich ein Merkstein für das 50jährige Bestehen der Firma und für die Leistungsfähigkeit deutscher physikalischer Technik.“

Die „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften“ (XI, p. 17) schreiben:

„Neuerungen in Lehrmittel-Katalogen. Eine bemerkenswerte Neuerung bringt der in diesem Jahre erschienene Hauptkatalog der Firma E. Leybold's Nachfolger in Cöln, insofern er einer größeren Zahl der in ihm aufgeführten physikalischen Apparate eingehende Angaben über die mit ihm anzustellenden Versuche beigibt. Nun gibt es ja dafür vorzügliche Werke (Frick, Weinhold usw.), auf die übrigens in dem Katalog überall verwiesen wird. Trotzdem bleibt für die Wahl seitens des an die Beschaffung eines Apparates gehenden Lehrers doch oft noch ein merklicher Spielraum, schon wegen der Rücksicht auf den Kostenpunkt. Da wird ihm die genannte Neuerung, die vermutlich vielfache Nachfolge finden wird, unter Umständen behilflich sein können, die für seine besonderen Verhältnisse bestgeeignete Wahl zu treffen.“

Die „Nature“ (Vol. 71, No. 1846) schreibt:

„The firm of Leybold Nachfolger in Cologne has recently issued a verry complete and interesting catalogue of physical apparatus and fittings sold by them. The book starts with a history of the instrument trade in Cologne during the last century. In its second section we find an account of the construction and fittings of various chemical and physical institutions. It is noteworthy, perhaps, that while the students, laboratory, with its work tables and appliances for experiments, figures prominently in the chemical institutions, the arrangements for practical work by the students in the physikal laboratories are distinctly less complete. After this follows the catalogue proper, filling some 800 large pages, profusely illustrated and admirably arranged. The book will be most useful to the teacher, and is a striking illustration of German enterprise and go. At the same time it is observable throughout that the apparatus is intended chiefly for demonstrations and the lecture-room. The list of electrical measuring instruments, for example, is comparatively meagre, while there are not many examples of the simpler forms of apparatus supplied to an English school laboratory for use by the students. It is probably the case that such apparatus is less used in Germany than here, but though this is absent the book is full of apparatus of the greatest value and utility.“

Der „Prometheus“ (No. 844, Jahrg. XVII, p. 75) schreibt:

„Von der Firma E. Leybold's Nachfolger in Cöln a. Rh., Brüderstraße 5/7, ging der Redaktion ein umfangreicher Katalog zu unter dem Titel: Einrichtungen und Apparate für den physikalischen Unterricht sowie für Übungen im Praktikum nebst Literaturangaben und Gebrauchsanweisungen (4. VII u. 902 S., geb.). Das vornehm ausgestattete, mit zahlreichen Abbildungen versehene Verzeichnis enthält außer einer Einleitung die Hauptabschnitte: Allgemeine Einrichtung der Unterrichtsräume, Mechanik, Wellenlehre, Akustik, Wärme, Optik, Magnetismus, Elektrizität, Apparate für Schülerübungen. Seine Vielseitigkeit, sowie die überall eingefügten Literaturnachweise und Gebrauchsanleitungen verleihen ihm einen über den Rahmen eines einfachen Kataloges hinausgehenden besonderen Wert.“

Die „German Export Review“ (No. 17, Vol. VII, Dec. 10, 1905) schreibt:

„The firm of E. Leybold's Nachfolger, Cologne, has recently published a magnificent fine art catalogue of their manufactures. The catalogue contains 902 pages, is adorned with numerous high-class illustrations, printed on first-class paper suplied by the wellknow paper manufactures Messrs. Ph. Gehly, Cologne. It contains full and detailed lists of complete installations and out-fittings for laboratories and lecture-rooms, informations, directions for use, and eyplanatory text, on allmost all the entire course in physics. The catalogue is therefore of special value to professors and teachers to whom we most highly recommend it.“

Die „Naturwissenschaftliche Rundschau“ (XX. Jahrg. No. 52) schreibt:

„E. Leybold's Nachfolger, Cöln a. Rh., Jubiläumskatalog 1905. Gelegentlich des 50jährigen Jubiläum des Bestehens der bekannten Cölner Firma E. Leybold's Nachfolger ist von dieser ein umfangreicher (902 Seiten starker), mit guten Abbildungen versehener Jubiläumskatalog herausgegeben worden, welcher die Darstellung aller für den physikalischen Schul-Unterricht nötigen Instrumente und Apparate in reicher Auswahl enthält.“

Die Zeitschrift „Die Lehrmittel der deutschen Schule“ (VI. Jahrg. No. 2) schreibt:

„Ein Jubiläumskatalog. Herausgegeben von E. Leybold's Nachfolger in Cöln a. Rh.
Um die Wende des Jahrhunderts, welches abgeschlossen hinter uns liegt, stand auch die gesamte Lehre von der Natur an einem Wendepunkte. Die theoretische Wissenschaft

von der Natur, sowohl in der Gestalt der Kenntnis der drei Naturreiche wie in der Form von Physik und Chemie, entwickelte sich in rasch aufsteigender Linie zu einer Blütezeit sondergleichen. Nennen wir nur von den ersteren die Betrachtungsform der Biologie, von den letzteren die Bekanntschaft mit den neuen Strahlen! Die praktische Wissenschaft, die Technik, die Industrie auf naturwissenschaftlicher Grundlage, setzte die Funde der Gelehrten in die Praxis um und errang Erfolge. Ein Abglanz jenes Lichtes, das weite Gebiete des Wissens beschritt, fiel in die Schule, und ein Nachstreben zu ähnlicher Verwertung der Theorie, wie sie die Technik erfand, kam den Hilfsmitteln der Schule, den Lehrmitteln, zugute! — Zu welch' ungeahnter Höhe sich die Fabrikation dieser pädagogisch wichtigen Hilfen aufschwang, dafür legt ein ebenso beredtes wie glänzendes Zeugnis ein vor uns liegendes Buch ab: ein Lehrmittel-Katalog von 900 Seiten, den die Firma E. Leybolds Nachfolger in Cöln a. Rh. uns übersandt hat. Es ist ein Jubiläumskalender, denn er kam heraus an dem Tage, an welchem E. Leybold vor 50 Jahren die Firma gründete. — Der volle Titel des Werkes — als ein solches muß das Buch, dessen Herstellung mehrere Jahre in Anspruch nahm, bezeichnet werden — lautet: „Einrichtungen und Apparate für den physikalischen Unterricht sowie für Übungen im Praktikum nebst Literaturangaben und Gebrauchsanweisungen von E. Leybolds Nachf.“ Ein Vergleich mit den älteren Katalogen derselben Firma — Chemie 300 S., Physik 400 S. sehr groß Oktav, jetzt aber Großquart — vergegenwärtigt schon rein äußerlich den gewaltigen Aufschwung der deutschen Präzisionsmechanik, wie er erzielt ward durch die oben schon erwähnte fruchtbare Verbindung und wechselseitige Förderung von Wissenschaft und Technik. — Vorangestellt ist ein kurzer geschichtlicher Abriss der Cölner Präzisionsmechanik im verflossenen Jahrhundert, nebst einer Angabe über die Änderungen, welche die Arbeits- und Lohnverhältnisse durchmachten, sowie Bemerkungen über die Geschäftsbedingungen. Es folgt ein Verzeichnis der im Kataloge angeführten Werke und Zeitschriften, welche bei zahlreichen Apparaten zitiert sind, um diese zu erklären und ihre Behandlung darzulegen. — Der Geschäftsbetrieb der Firma zerfällt in vier Abteilungen: eine für physikalische Instrumente, eine zweite für chemische Apparate, eine dritte für Einrichtung von Hörsälen und Unterrichtsräumen und eine vierte für Stromanlagen. Diese Trennung wurde infolge der fortschreitenden Spezialisierung auf allen Gebieten notwendig. Die erste große überseeische Lieferung fand 1871 statt, als die neubegründete Universität Quito für 90000 M. physikalische und chemische Apparate bei L. bestellte. Ihr sind viele hunderte von Instituten nachgefolgt. — Es war notwendigerweise das Bestreben aller Fabrikanten geworden, durch Verbesserung der Fabrikationsmethoden die fortgesetzte Steigerung der Arbeitslöhne für sich weniger empfindlich zu machen. Andererseits führte die immer mehr zunehmende Forderung an Exaktheit und Empfindlichkeit der Apparate zu möglichster Arbeitsteilung und zwang zur Ausnutzung aller Kunstgriffe des geschickten Mechanikers. Der Ausdehnung des naturgeschichtlichen Unterrichts entsprach die steigende Nachfrage nach physikalischen Instrumenten. Heute ist es möglich, von den gangbarsten Vorrichtungen viele in größerer Anzahl herzustellen, wodurch der Preis verhältnismäßig niedrig gehalten werden konnte. Auch ist der Export stetig gestiegen. Gerade aufstrebende Länder, wie die kleinen selbständig gewordenen Balkanstaaten und die großen, aber meist dünn besiedelten überseeischen Küstenländer verwenden einen hohen Prozentsatz ihres Etats auf das Schulwesen. — Mit dem oben Gesagten steht nicht im Widerspruch, wenn für die eigentlichen Demonstrationsapparate die Massenfabrication nicht möglich ist; sie gilt mehr für die Herstellung von Mikroskopen, elektrischen Meßinstrumenten, photographischen und Projektionsapparaten. — Über die Anordnung des Kataloges ist zu sagen, daß er eine gute Übersicht über die Hilfsmittel gibt, die für den modernen naturwissenschaftlichen Unterricht zur Verfügung stehen. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit mußten die einzelnen Kapitel und ihre Unterabteilungen tunlichst hervorgehoben werden. Marginalien auf jeder Seite ermöglichen, auch ohne Benützung des Registers, in einem bestimmten Abschnitte schnell das Gewünschte zu finden. Vielfach wird auf Weinholds physikalische Demonstrationen und andere wissenschaftliche Bücher verwiesen, die erfahrungsgemäß an höheren Lehranstalten in den Händen der Physiklehrer sind. Solche Apparate, bei denen Literaturangabe nicht möglich ist oder auf schwer zugängliche Werke führen würde, sind dankenswerterweise mit einer kurzen Beschreibung oder Gebrauchsanweisung

versehen. Jene Instrumente, die am häufigsten verlangt werden, haben ein Sternchen bekommen. Fast hätten wir geschrieben, „sind mit einem Sternchen ausgezeichnet worden“, aber dem widersetzt sich das Vorwort durch die bescheidene Bemerkung, daß damit natürlich nicht gesagt sein solle, daß diese Apparate den Vorzug vor solchen, die kein Sternchen tragen, verdienen. Eigentlich sollte man als „ausgezeichnet“ — eben im anderen Sinne: als besonders gelungene hervorzuheben — gerade jene Vorrichtungen kennzeichnen, die wegen der Schwierigkeit der Herstellung kostbar und deshalb selten begehrt werden. Eine Inhaltsübersicht des ganzen Kataloges läßt sich hier selbstverständlich nicht geben. Vielleicht entsteht durch die Seitenzahlen ein Bild des Umfanges. Die Einleitung stand auf 7 Seiten, über die Allgemeine Einrichtung der Unterrichtsräume berichteten 30 Seiten, die Apparate zur Mechanik wurden auf 136 Seiten behandelt; die Wellenlehre umfaßte 8 Seiten, die Akustik 42, die Wärme 84, die Optik dagegen 212 Seiten (darunter kamen allein 76 S. auf Projektionsapparate u. dgl.). Dem Magnetismus waren zwar nur 12 Seiten, der Elektrizität aber 276 Seiten gewidmet. Dem schlossen sich noch rund 100 Seiten an, die sich auf Apparate für Schülerübungen und anderes verteilen. Im ganzen umfaßt der Katalog 9000 Nummern.“

Bemerkungen und Geschäftsbedingungen.

Briefliche Mitteilungen bitten wir zu richten an E. Leybold's Nachfolger, Cöln, Brüderstraße 7. Für Telegramme genügt die abgekürzte Telegr.-Adresse: Scientia, Cöln.

Bei Bestellungen wolle man tunlichst die Nummern des Katalogs angeben. Besondere Wünsche betr. Lieferung, Ausstellung der Faktura etc. bitten wir bei jedem Auftrag zu wiederholen.

Die Preise verstehen sich gegen Barzahlung ab Cöln, unsere Fakturen sind zahlbar in Cöln. Wenn bei größeren Aufträgen ein Ziel für die Zahlung gewünscht wird, sind wir bereit, ein Übereinkommen zu treffen.

Die Verpackung wird mit größter Sorgfalt besorgt; außerdem werden die Sendungen gegen Bruch auf dem Transport versichert, so daß unsere Abnehmer für event. Beschädigungen Ersatz erhalten. Bei Rücksendung innerhalb vier Wochen nehmen wir die Kisten zum berechneten Wert zurück.

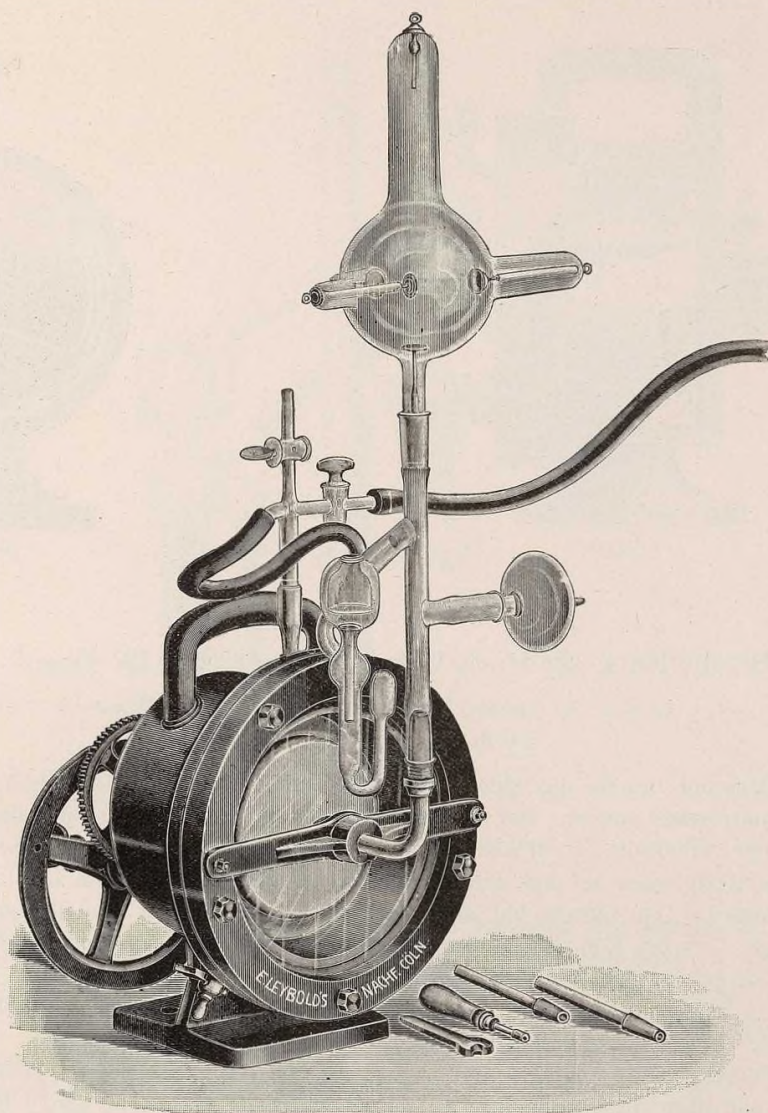
Reklamationen werden nur berücksichtigt, wenn sie sofort bei Empfang der betr. Sendung erfolgen.

E. Leybold's Nachfolger.

Inhaltsübersicht

zum Nachtrage I des Hauptkataloges.

	Seite
Urteile der Fachpresse über den Jubiläumskatalog	IV
Geschäftsbedingungen	VII
Inhaltsübersicht	VIII
Hochvakuum-Pumpe nach Dr. Gaede	903
Apparate nach Grimsehl	911
Doppel-Thermoskop nach Looser	959
Apparate für elementare Messungen aus der Elektrostatik nach Noack	981
Apparate nach Rebenstorff	985
Apparate nach Weinhold	991
Diverse Apparate aus den verschiedenen Kapiteln der Physik	1003
Apparate und Präparate zu Versuchen über Radioaktivität	1053
Apparate und Präparate zu Versuchen über flüssige Krystalle nach Lehmann	1057
Apparate für Schülerübungen nach Noack	1061
Anerkennungen	1075
Register	1095

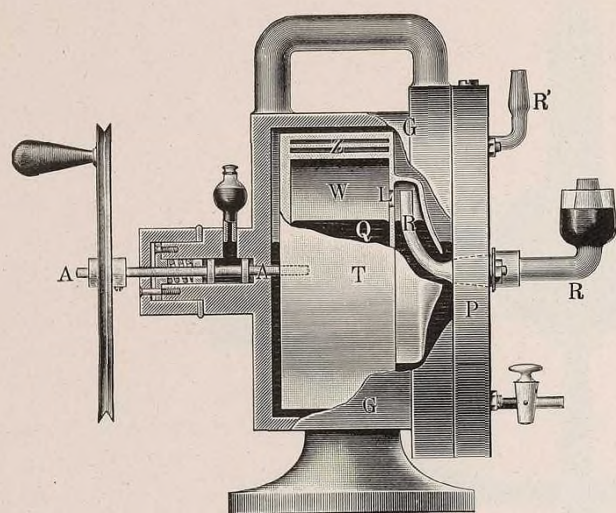


Neue Hoch-Vakuum-Pumpe nach Dr. Gaede.

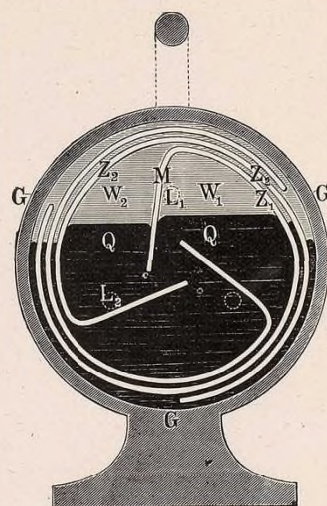
D. R.-P. angemeldet.

Patente in Belgien, England, Frankreich, Italien, Österreich, Rußland, Schweiz, Ungarn und den Vereinigten Staaten angemeldet.

Die Hoch-Vakuum-Pumpe nach Dr. Gaede ermöglicht, in kürzester Zeit die höchsten bisher erreichten Verdünnungen zu erzielen. Außer durch ihre rasche Wirkung zeichnet sie sich vor allen anderen Pumpen durch ihre Einfachheit, Solidität und ihre geringen Dimensionen aus. Sie kann ohne Anstrengung von Hand betrieben oder — was hauptsächlich bei technischer Verwertung wichtig ist — durch maschinellen Antrieb in Gang gesetzt werden.



8935 A.



8935 B.

Beschreibung der Hoch-Vakuum-Pumpe nach Dr. Gaede

(vergl. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, X. Aufl., Band I, S. 503a; W. Gaede, Physikalische Zeitschrift VI, pag. 758, 1905).

Die Gaedepumpe besteht aus einem, zur Hälfte mit Quecksilber gefüllten Eisenbehälter, in dem eine Porzellantrommel rotiert. Bei der Rotation der Trommel füllen sich die Kammern, in welche die Trommel unterteilt ist, abwechselnd mit Luft und Quecksilber. Die Kammern saugen die Luft aus dem Rezipienten an und verdrängen bei fortgesetzter Rotation den aufgenommenen Luftinhalt nach außen. Das System hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Gasuhr, nur daß bei dieser das bewegte Gas die Rotation bewerkstelligt, während bei der Gaedepumpe die Rotation durch äußere Kraft erfolgt und das Gas in Bewegung setzt.

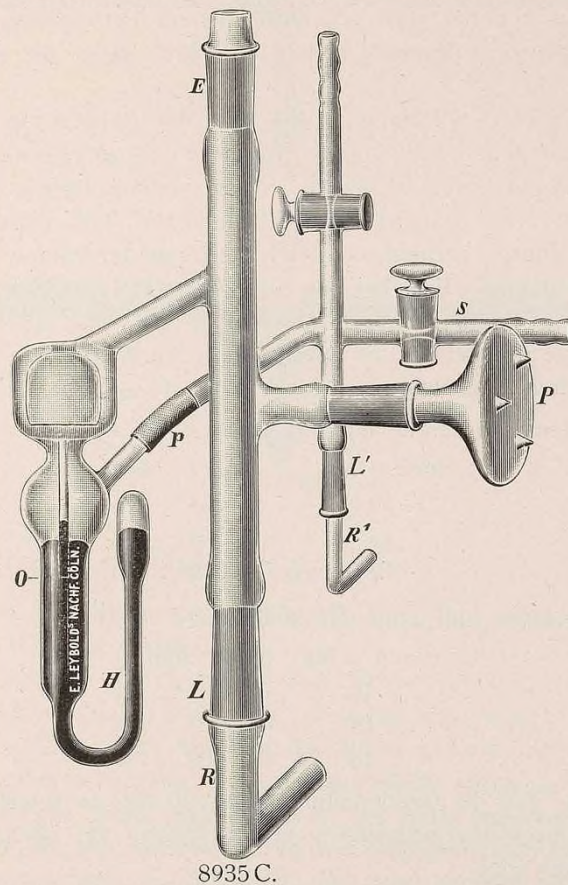
Fig. 8935 A zeigt die Pumpe in der Seitenansicht in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe. G ist das gußeiserne, auf der Innenseite glasierte Gehäuse mit starkem Fuß und Handgriff.

Die Vorderseite wird gebildet durch eine dicke Glasplatte, die in die Fassung P eingekittet ist und mit Hilfe dieser Fassung an das Gehäuse angeschraubt wird. Diese Glasplatte ist dreifach durchbohrt zur Aufnahme der beiden Rohre R und R' und des Hahnes. R wird unter Zwischenschaltung der Glasteile Fig. 8935 C mit dem Rezipienten verbunden, R' wird mit einer zweiten Pumpe, die als Vorpumpe dient, in Verbindung gebracht. Der Hahn dient zum Einfüllen des Quecksilbers in die Pumpe resp. zum Entleeren. Als Vorpumpe kann jede Pumpe (Wasserstrahlpumpe oder Kolbenpumpe), die eine Verdünnung von 15 bis 20 mm herzustellen vermag, verwendet werden. T ist die Porzellantrommel. Diese sitzt auf der Welle A , welche luftdicht durch die Rückwand des Gehäuses geführt ist.

Fig. 8935 B ist ein Durchschnitt durch Gehäuse und Trommel.

Hat man mittelst der Vorpumpe den Raum über dem Quecksilber bis auf ca. 15 mm verdünnt und dreht man die Trommel langsam in dem dem Uhrzeiger entgegengesetzten Sinne, so vergrößert sich der Raum W_1 in Fig. 8935 B (W in Fig. 8935 A), wodurch Luft aus dem Rezipienten durch die Öffnung L_1 in Fig. 8935 B (L in Fig. 8935 A) und das Rohr R in Fig. 8935 A angesaugt wird.

Bei weiterem Drehen tritt die Öffnung L_1 in Fig. 8935 B unter den Quecksilberspiegel Q , die Luft dieser Kammer ist also vom Rezipienten abgeschlossen und wird, da die Kammer W_1



immer mehr in das Quecksilber eintaucht, durch den zwischen den Wänden Z_1 und Z_2 liegenden Kanal und von da in den zwischen Trommel und Gehäuse liegenden Raum, d. h. in das Vorvakuum gedrängt. Von dort wird diese Luft durch die Vorpumpe abgesaugt. Dadurch, daß im ganzen drei Kammern vorhanden sind, ist stets eine der drei Öffnungen L_1 über der Quecksilberoberfläche; die Pumpe arbeitet somit stetig.

Die Pumpe kann sowohl von Hand gedreht werden (20 Touren per Min.), indem man, wie in Fig. 8935 A das Handrad direkt auf die Welle A setzt, als auch maschinell angetrieben werden, z. B. durch einen kleinen Elektromotor. Zu diesem Zwecke verwendet man das Zahnradvorgelege mit dem Übersetzungsverhältnis 1:7 wie in Fig. 8935.

Fig. 8935 C ist ein Glasapparat, der mit den Schliffen L und L' auf die Rohre R und R' (Fig. 8935 A) aufgesetzt wird. Bei E wird der Rezipient angeschlossen. Der Glasapparat ist mit einem Manometer H und einem Trockengefaß P zur Aufnahme des Phosphorpentoxyds ausgerüstet. Das Manometer H dient zur gleichen Zeit als automatisches Ventil, indem bei Atmosphärendruck die Öffnung o frei ist, so daß die bei s mittelst eines Schlauchs angeschlossene Vorpumpe die Luft ungehindert aus dem bei E aufgesetzten Rezipienten durch die Öffnung o und durch den Verbindungsschlauch p ansaugen kann. Ist ein Vakuum von ca. 20 mm erreicht, so sinkt das Quecksilber im rechten Schenkel und verschließt, im linken Schenkel steigend, die Öffnung o , wie die Figur zeigt. In diesem Augenblicke beginnt man die Pumpe zu drehen.

Bei E (Fig. 8935 C) sind mehrere Schliffe eingepaßt. Wird an jede elektrische Röhre oder sonstiges Demonstrationsobjekt je einer der Schliffe angeschmolzen oder mit Siegelack eingekittet,

Gaedepumpe.

so ist man infolge der leichten Auswechselbarkeit der Rezipienten und der außerordentlich raschen Wirkung der Gaedepumpe imstande, in sehr kurzer Zeit mehrere Hochvakuumversuche hintereinander demonstrieren zu können, was bekanntlich unter Verwendung anderer Pumpensysteme als der Gaedeschen Pumpe ganz unmöglich ist. Fig. 8935 zeigt die betriebsfertige Pumpe mit einer Röntgenröhre.

Von den bisher gelieferten Pumpen wurde vor der Ablieferung jedes einzelne Exemplar geprüft, indem ein Rezipient von 6 Liter Inhalt evakuiert und gleichzeitig der Druck mittelst eines 300 ccm fassenden Mac Leods bestimmt wurde. Als Vorpumpe diente eine gewöhnliche Wasserstrahlpumpe. Die Tourenzahl war zu Beginn 20 per Min. und wurde bei den höchsten Verdünnungen auf 16 bis 18 Touren herabgesetzt. Die Leistung der Pumpe war bei allen Exemplaren von der gleichen Größenordnung. Erst bei den allerhöchsten Verdünnungen, unterhalb der Dampfspannung des Quecksilbers, treten größere Unterschiede auf, wie die hier mitgeteilten Tabellen zeigen, welche die Extreme der bei der Eichung erhaltenen Werte im günstigen und ungünstigen Sinn enthalten. Der Anfangsdruck war in beiden Fällen 10 mm.

I. Im günstigsten Fall zeigte der Mac Leod:

nach 5 Min.	0,027	mm
„ 10 „	0,00047	„
„ 12 „	0,00001	„
„ 15 „	ca. 0,000003	„

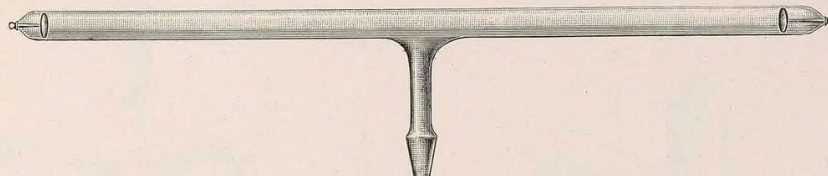
II. Im ungünstigsten Fall zeigt der Mac Leod:

nach 5 Min.	0,044	mm
„ 10 „	0,0013	„
„ 15 „	0,00007	„
„ 18 „	0,00002	„

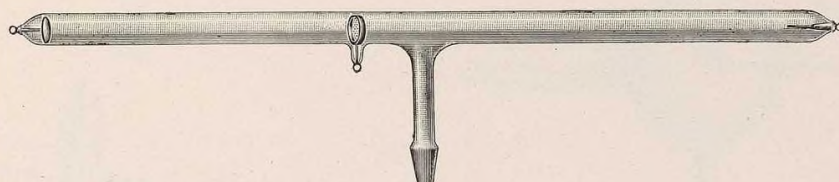
Die Zahlen zeigen, daß die Gaedepumpe 10 bis 20 mal so schnell pumpt, als die besten der bisher konstruierten Quecksilberluftpumpen und außerdem die höchsten der bisher überhaupt erreichten Luftverdünnungen gibt.

Um die Dampfspannung der Quecksilberdämpfe noch mehr herabzusetzen, wird die ganze Pumpe mit Eisbeuteln bedeckt und mit wärmeisolierenden Materialien umgeben, was bei der kompdiösen Form der Pumpe keine großen Umstände erfordert. Durch die Abkühlung auf 0° sinkt die Spannkraft der Quecksilberdämpfe nach H. Hertz und Pfandler auf 0,0002 mm (dieser Wert ist nach den Messungen von Nutting 100 mal so klein wie die Spannkraft der Öldämpfe in den Ölluftpumpen).

Die Gaedepumpe wird ohne Quecksilber fertig montiert verschickt (wie Fig. 8935 A). Um die Pumpe betriebsfertig zu machen, füllt man dieselbe mit Quecksilber und setzt die Glasteile (Fig. 8935 C) auf. Die Rohrverbindungen der Glasapparatur bestehen aus einfachen Schliffen von 10 bis 15 mm lichter Weite, die mit Fett geringer Dampfspannung zum luftdichten Abschluß gebracht werden und sich besonders bei raschem Arbeiten, wie z. B. für Demonstrationen sehr bewährt haben. Auf besondere Bestellung werden auch Schliffe mit Quecksilberdichtung angebracht, bei denen das Verspritzen des Quecksilbers beim Transport der Pumpe durch einen Gummiverschluß verhindert ist. Gummischlauchverbindungen sind bei Versuchen im höchsten Vakuum nicht zu empfehlen. Die Demontierung der ganzen Pumpe bietet wegen der Einfachheit der Konstruktion keine Schwierigkeit. Die in den Ring P (Fig. 8935 A) gekittete Glasscheibe ist mittelst 6 Schraubenbolzen gegen 2 konzentrische, auf dem Flansch des Gehäuses liegende Gummiringe gepreßt. Der luftdichte Abschluß wird erzielt, indem durch eine Öffnung des Gehäuses Quecksilber eingegossen wird, welches dann den Raum zwischen den beiden konzentrischen Gummiringen ausfüllt. Wird durch Lösen der 6 Schrauben die Glasscheibe abgenommen, so kann die Trommel von der Welle losgeschraubt werden. Eine ausführliche Anleitung wird jeder Pumpe beigegeben. Die Pumpe braucht 1,3 bis 1,5 Liter Quecksilber.



8937/8940.



8941/8944.

8935. Gaedepumpe (ohne Quecksilber) inkl. Glasapparatur

Mk.	Pf
330	—

8936. Wasserstrahlpumpe mit Rückschlagventil, als Vorpumpe sehr zu empfehlen. Zurücksteigen des Wassers unmöglich!

4	—
---	---

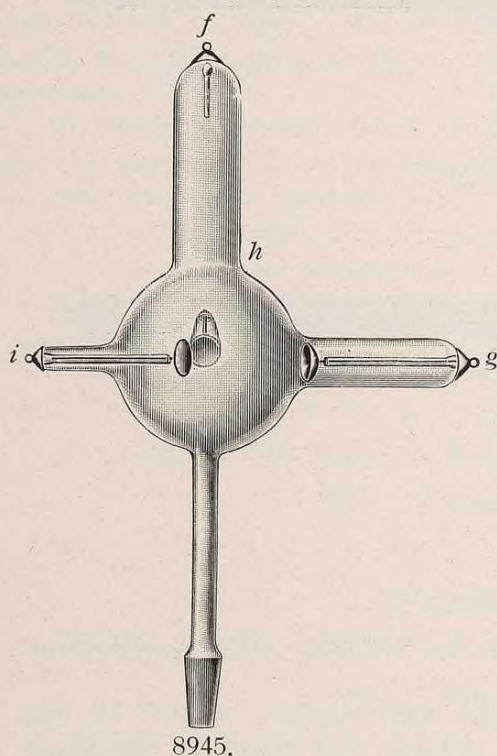
Zahlreiche Versuche verlangen ein sehr hohes Vakuum, welches die best wirkenden Ölluftpumpen zu leisten nicht imstande sind wegen der Spannkraft der unvermeidlichen Öldämpfe. Da aber die bisher gebräuchlichen Quecksilberluftpumpen zu langsam arbeiteten und zu umständlich waren, war eine Demonstration dieser Versuche nicht möglich, z. B. die Entladungsformen bei stetig steigendem Vakuum bis zur elektrischen Undurchlässigkeit der Entladungsröhre. Erst durch die Gaedepumpe, welche nicht nur das höchste Vakuum erreicht, sondern auch an raschem Arbeiten im hohen Vakuum alle Quecksilberluftpumpen bei weitem übertrifft, ist die leichte und zuverlässige Demonstration dieser Versuche ohne Zeitverlust möglich geworden.

Einfache Entladungsröhre. Eine einfache Entladungsröhre von 10 mm lichter Weite gestattet, an die Gaedepumpe und ein Induktorium angeschlossen, alle Entladungsformen: labiles Band, Schichtung (rosa), Kathodenstrahlen (violett), Glasfluoreszenz (grün) bis zum Hartwerden der Röhre (Überbrückung einer parallel geschalteten 10 cm-Funkenstrecke) in etwa 3 Minuten zu demonstrieren. Dabei fällt die Hälfte der Zeit auf das Vorpumpen mit der Wasserstrahlpumpe allein. Die Schichtung, ebenso wie die magnetische Ablenkbarkeit des grünen Fluoreszenzflecks sind bei dieser Röhre auf sehr große Entfernung sichtbar. [Fig.]

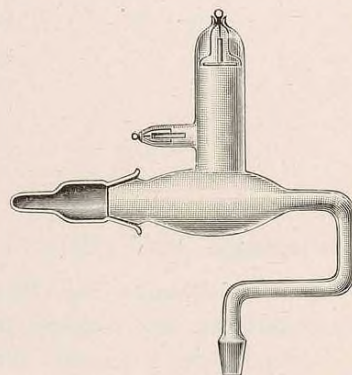
Nr.	8937.	8938.	8939.	8940.
Länge	50	100	100	150 cm
Weite	40	40	30	30 mm
Mark	6,50.			

Kanalstrahlenröhre. Die Kanalstrahlenröhre gestattet das Austreten der Kanalstrahlen aus der Sieb-Kathode und die Zusammenschnürung der Strahlen bei steigender Verdünnung in ein paar Minuten zu demonstrieren. [Fig.]

Nr.	8941.	8942.	8943.	8944.
Länge	50	50	100	100 cm
Weite	40	30	40	30 mm
Mark	8,—.			

Entladungs-
röhren.

8945.



8946.

8945. **Röntgenröhre.** Diese Röhre ermöglicht in etwa 3 Minuten vor den Augen der Schüler eine Röntgenröhre entstehen zu lassen, mit welcher man auf einem Fluoreszenzschirm die Durchleuchtung der Hand und das Sichtbarwerden der Knochen demonstrieren kann. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Größe.]

Die Röhre hat 4 Elektroden f , g , h , i ; h ist eine Tellerelektrode, g ein Hohlspiegel und i ein Planspiegel.

Als Induktor eignet sich am besten ein solcher von 10—20 cm Funkenlänge. Bei größeren Induktoren ist die Schlagweite durch Vorschalten von Widerständen herabzusetzen.

Man verbindet zunächst die Elektroden f und g der aufgesetzten Röhre mit den beiden Klemmen der sekundären Spule des Funkeninduktors. Würde man jetzt schon Funken überspringen lassen, so wäre eine Beschädigung des Rohres nicht ausgeschlossen. Man tut daher gut, die Vorpumpe erst einige Zeit wirken zu lassen. Setzt man dann das Induktorium in Gang, so sieht man den Funken als rote Linie zwischen f und g übergehen. Als bald reißt diese Linie, die immer breiter geworden, voneinander, die Entladung fängt an, sich geradlinig fortzupflanzen. Gleichzeitig sieht man den dunklen Kathodenraum entstehen und sich immer weiter ausbilden. Nun kann man h und g mit dem Induktorium verbinden. Die Erscheinung ist dieselbe wie eben, jedoch sieht man jetzt auch — bei richtiger Stellung des Stromwenders — den Fluoreszenzfleck auf dem Vorderteil der Röhre. Diesen gelben Flecken kann man durch einen starken Stabmagneten nach den verschiedenen Richtungen hin ablenken. Dabei läßt sich auch die Schattenbildung durch Kathodenstrahlen beobachten, indem die Kathode h den Schatten der Elektrode i auf die Vorderwand des Rohres wirft. Pumpt man immer weiter und läßt dabei bald h bald g Kathode sein (mit Hilfe des Stromwenders), so sieht man bald Röntgenstrahlen auftreten. Nun darf auch der Spiegel i mit der Elektrode h verbunden werden; es ist dann g Anode, h Kathode und i Anti-Kathode. Die Röntgenstrahlen werden bei fortgesetztem Pumpen immer stärker, und schließlich leuchtet der ganze vor die Röhre gehaltene Fluoreszenzschirm.

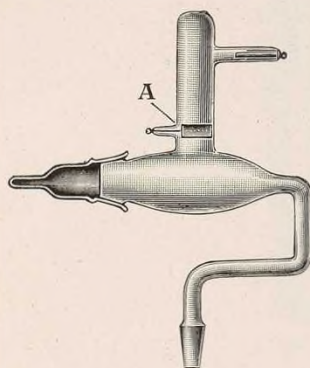
Die Verbindung der Elektroden braucht natürlich nicht genau wie oben angegeben, stattzufinden; man kann beispielsweise auch f und h als Elektroden benützen; stets ist jedoch darauf zu achten, daß die Anti-Kathode i erst dann mit der Kathode verbunden werden darf, wenn bereits Röntgenstrahlen auftreten, da sonst die Röhre schwarz wird. Aus diesem Grunde muß die Verbindung mit i auch stets gelöst werden, wenn man wieder Luft einläßt.

8946. **Vakuumpumpe mit Verschluss für Bestrahlung eingeführter Körper mit Kathodenstrahlen.** [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

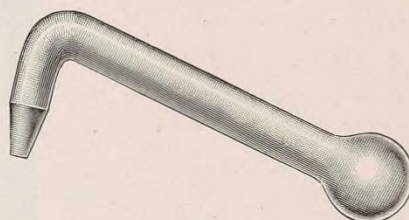
Mk. Pf

8 —

6 50



8947.



8949.

8947. **Vakuumpumpe mit Verschluss** für Bestrahlung eingeführter Körper mit Kanalstrahlen. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Ein abnehmbarer Schliff ermöglicht das Einbringen von Krystallen, Salzen etc. in die Röhre, um diese der Einwirkung der Kathodenstrahlen resp. der Kanalstrahlen auszusetzen. Mit einigen wenigen Umdrehungen hat die Gaedepumpe die Röhre bis zum Auftreten der gewünschten elektrischen Strahlen evakuiert. Der große Zeitverlust und die Umständlichkeit, welche die Ausführung derartiger Versuche bisher erschwerten, fällt jetzt sozusagen ganz aus.

8948. **Röhre mit Aluminiumfenster** zur Demonstration der Lenardstrahlen

Ein Verschluss der Röhre, bestehend aus Aluminiumfolie auf siebförmiger Unterlage, ermöglicht den Austritt der Kathodenstrahlen aus dem Kathodenvakuum in die freie Atmosphäre. Die relativ hohe Intensität dieser Lenardstrahlen gestattet das glänzende Aufleuchten der von diesen Strahlen getroffenen Mineralien und Leuchtschirmen einem großen Hörerkreise zu demonstrieren. Das erforderliche hohe Vakuum der Lenardröhre wird mit der Gaedepumpe ohne Schwierigkeit in wenigen Minuten erreicht.

8949. **Hartglasröhre für Metalldestillation.** Die Röhre eignet sich zur Demonstration der Metalldestillation. Ein in das Ende des Rohres gelegtes Metall, z. B. Zink, verdampft beim Erwärmen mit dem Bunsenbrenner im Vakuum und bedeckt das Rohr mit einem Spiegel. Ein eingelegter Kupferstreifen wird durch die Zinkdämpfe weiß und gelb gefärbt. [Fig. $\frac{2}{5}$ nat. Gr.]

Leslies Gefrierungsversuch gelingt mit der Gaedepumpe in ein paar Minuten. Die Wirkung der Gaedepumpe wird durch die Wasserdämpfe, welche bei diesem Versuche eine Spannkraft von etwa 3 mm haben, auffälligerweise nicht beeinträchtigt. Ganz im Gegensatz zur Ölluftpumpe arbeitet die Gaedepumpe nach Ausführung des Gefrierungsversuches so gut wie vorher, z. B. bei der Evakuierung einer Röntgenröhre.

Luftpumpenteller

Nr.	8950.	8951.	8952.
Durchmesser	20	25	28 cm
Mark:	20,—	24,—	30,—.

Luftpumpenglocken mit breitem, fein abgeschliffenem Rande und Knopf.

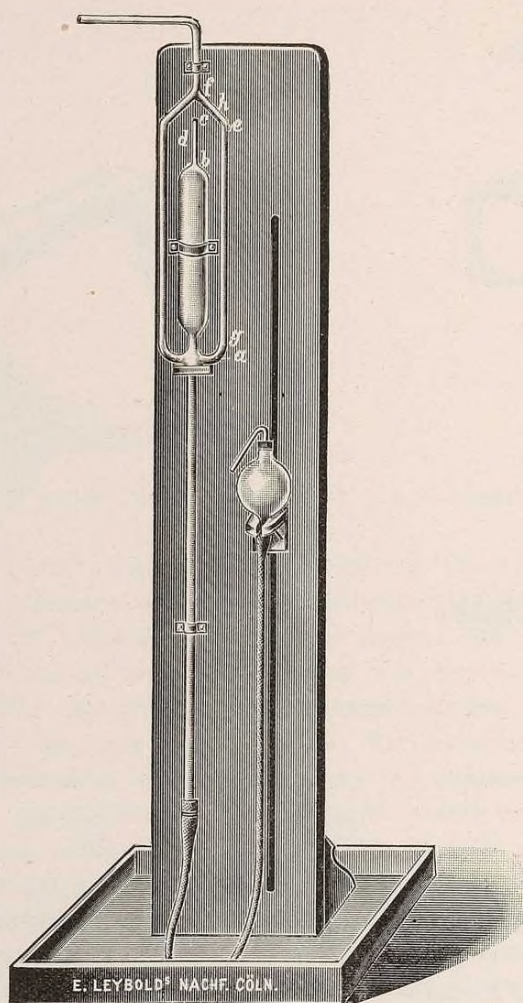
Nr.	8953.	8954.	8955.	8956.
Höhe ohne Knopf	160	250	300	300 mm
Durchmesser außen	155	200	250	280 „
Mark	1,50	3,80	6,—	7,—.

Mk. Pf.

8 50

24 —

1 75

Entladungs-
röhren.

8958.

8957. Luftpumpenschlauch, dickwandig, von rotem Paragummi Das Meter
 8958. Vakuummeter nach MacLeod; 500 ccm Inhalt. [Fig. 1/10 nat. Gr.]

Mk.	Pf.
3	—
75	—

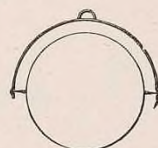
Durch Wägung wird zunächst das Volumen des kapillaren Teiles und des weiten zylindrischen Teiles bestimmt.

Zum Füllen dieses Vakuummeters sind ca. 750 ccm Quecksilber erforderlich. Die beste Art, das Instrument zu füllen, besteht in folgendem Verfahren nach Kahlbaum (Ztschr. f. Instrumentenkunde XV. p. 192, 1895):

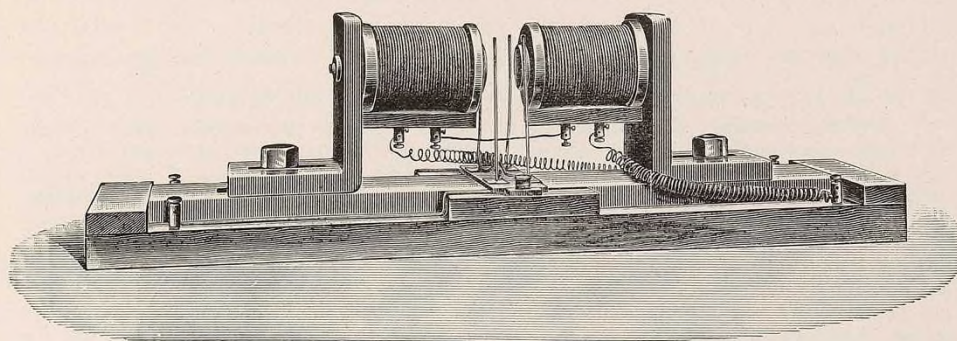
Nachdem man das Vakuummeter an die Luftpumpe angeschlossen hat und zwar für genaue Messungen durch Aneinanderschmelzen der Glasröhren der Pumpe und des Vakuummeters, schließt man das Quecksilberreservoir durch einen Kautschukstopfen mit durchgehendem, knieförmig gebogenem, am äußeren Schenkel zugeschmolzenem Kapillarrohr. Das Vakuummeter wird nun mit Hilfe der Luftpumpe luftleer gepumpt. Jetzt erhitzt man die Spitze des Kapillarrohres durch die Flamme eines Bunsenbrenners und taucht sie rasch in das bereit gehaltene, das Quecksilber enthaltende Glasgefäß. Durch die plötzliche Abkühlung bricht die Spitze ab und das Quecksilber geht langsam in das Reservoir über und füllt den Schlauch ohne Zurücklassung von Luftblasen. Sobald beinahe alles Quecksilber in das Reservoir übergeflossen ist, wird der Schlauch zugestrichelt, das Gefäß entfernt und der Schlauch nun langsam geöffnet. Während des Auspumpens wird das Reservoir so tief gestellt, daß die Quecksilbersäule unterhalb der Stelle *a* endet. Will man nun eine Messung ausführen, so wird das Reservoir so weit gehoben, daß das Quecksilber etwas unter *b* steht, dann hebt man das Reservoir langsam weiter. Steigt das Quecksilber in den kapillaren Teil *bc*, ohne daß es bei *f* überfließt, so läßt sich eine Messung ausführen, andernfalls ist das Vakuum noch zu erhöhen. Ist die Länge des Rohres *bc* = *m* Millimeter, und steht das Quecksilber in *bc* bei *d*, in dem Rohre *gh* bei *e*, ist ferner *V* das Volumen von *ab*, *v* dasjenige von *bc*, so ist der gesuchte Druck = $\frac{v}{V} \cdot \frac{cd}{m} \cdot ed$, wobei *cd* und *ed* in mm gemessen werden.



8959.



8960.



8961—8963.

Apparate nach Prof. Grimsehl in Hamburg

beschrieben in:

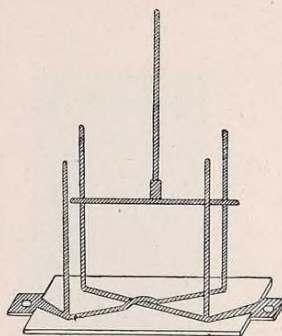
Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Berlin, Springer. —
Sonderheft Band I, Heft 1 der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen
Unterricht. Berlin, Springer, 1905.

Die Beschreibungen und Gebrauchsanweisungen zu den Apparaten nach Prof. Grimsehl
sind zum Teil der oben genannten, verbreiteten Zeitschrift mit Erlaubnis des Herrn
Verfassers und der Verlagsbuchhandlung entnommen.

Bei Bestellung elektrischer Apparate ist die zur Verfügung stehende Spannung anzugeben.

	Mk.	Pf.
8959. Tonmanometer zum Nachweis der Schwingungsknoten in einer Luftsäule. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. II p. 59, 1888.) [Fig. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.]	6	—
Senkt man das zur Hälfte mit gefärbtem Weingeist gefüllte Manometer mittelst eines daran befindlichen Fadens in eine Glaswandpfeife, so tritt jedesmal eine Niveauänderung der in dem Manometer enthaltenen Flüssigkeit ein, so oft das Manometer sich an der Stelle eines Schwingungsknotens befindet. Diese Niveauänderung ist ziemlich stark, da von den beiden Ventilen, die an den oberen Schenkeln sitzen, das eine sich nach innen, das andere sich nach außen öffnet, die beiden Ventile sich also in ihrer Wirkung unterstützen.		
8960. Apparat zum Nachweis der Schwingungsbäuche in einer Luftsäule. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. II p. 59, 1888.) [Fig. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.]	3	50
Man senkt den an einem Faden hängenden Drahtbügel mit dem leicht darin drehbaren Scheibchen in eine Glaswandpfeife. So oft das Blättchen an die Stelle eines Schwingungsbauches kommt, stellt es sich horizontal, während es sonst einen Winkel bis zu 30° mit der Vertikalen bildet.		
8961. Elektromagnet zur Erklärung der Induktionsströme. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VI, p. 241, 1893.)	55	—

Apparate
nach
Grimsehl.



8963.

Die Apparate Nr. 8961—8971 sind aus dem Bedürfnis entstanden, die Erklärung der Dynamomaschine dadurch leichter verständlich zu machen, daß zuerst die Eigenschaften des magnetischen Feldes experimentell dargestellt werden und man dann von der Bewegung eines Leiters im magnetischen Felde ausgeht. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Der Elektromagnet wird mit vertikal stehenden Schenkeln benützt und folgende Kraftlinienbilder entworfen: 1. ein Pol, 2. zwei gleichnamige Pole, 3. zwei ungleichnamige Pole und 4. zwei ungleichnamige Pole mit einem Stück Eisen im magnetischen Felde. Dann hängt man an einen möglichst langen Faden an der Zimmerdecke einen langen Stahldraht, der kräftig magnetisiert ist, so auf, dass der Draht vertikal hängt und dass der untere Pol ca. 1 cm über der magnetischen Figur schwebt. Man verschiebt nun den Elektromagneten mit der darauf gelegten Abbildung des Feldes, so daß bei geöffnetem Strome der Stahldraht auf den Rand desjenigen Eisenkernes zeigt, welcher mit dem unteren Pole des Stahldrahtes gleichnamig wird. Beim Stromschlusse bewegt sich alsdann der freie Pol genau längs derjenigen Kraftlinie, über deren Anfang der Pol hing. Hieraus folgt, daß die Kraftlinien die Bahnen sind, längs denen sich ein einzelner Magnetpol bewegt, wenn er frei beweglich ist. Dabei wird die Richtung, in welcher sich ein Nordpol bewegt, als die positive bezeichnet. Stellt man dann eine kurze Magnetonadel mit niedrigem Fuß auf das Bild, so beobachtet man bei Stromschluß, daß die Magnetonadel sich immer in der Richtung der Kraftlinien einstellt, da der eine Pol in dieser Richtung angezogen, der andere abgestoßen wird. Will man die Richtung der Kraftlinien auch in andern Ebenen, als in der horizontalen, demonstrieren, so eignet sich dazu ein im Schwerpunkte in kardanischer Aufhängung an einem Handgriff gehaltener kurzer Magnetstab, den man leicht an jeder Stelle des Raumes halten kann.

8962. **Eisengestell** zu Nr. 8961 zur horizontalen Anordnung der Magnetkerne, nebst den nötigen Klemmen und Leitungen. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Wenn man die Pole auf 5 cm einander genähert hat, einen Strom von 5—10 Ampère durch die Windungen schickt und dann aus grösserer Höhe ein Stück Eisen zwischen die Pole fallen lässt, so wird das Eisen sicher in dem magnetischen Felde festgehalten. Fast noch auffallender ist es, wenn man in dünnem Strahle Eisenfeilicht zwischen die Pole streut. Es fällt kein Teilchen des Feilicht auf die Grundplatte, sondern die gesamte Masse ballt sich zu einem festen Klumpen zwischen den Polen zusammen.

8963. **Nebenapparat** zu Nr. 8961, um die Entstehung eines elektrischen Stromes beim Schneiden von Kraftlinien zu zeigen. (Ibid. Fig. 2 p. 242.)

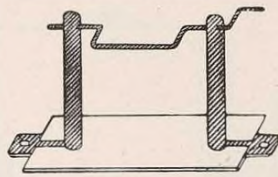
Die drei Erscheinungen Magnetismus, Elektrizität und Bewegung stehen in einem solchen Zusammenhange, daß wenn zwei dieser Erscheinungen absichtlich hervorgerufen werden, die dritte als Folgeerscheinung auftritt. Wenn man in der Nähe eines beweglichen Magneten einen Strom fließen läßt, so wird der Magnet bewegt. Wenn man ein Stück Eisen in eine vom Strom durchflossene Spirale bewegt, so wird das Eisen magnetisch. Es wird auch eine Anordnung möglich sein, bei welcher die beiden Faktoren: Magnetismus und Bewegung zu der Erzeugung eines elektrischen Stromes führen. Dieses läßt sich mit dem Nebenapparat Nr. 8963 zeigen, welcher zwischen den ungleichnamigen Polen des Elektromagneten Aufstellung findet (vgl. auch Fig. 8961 p. 911). [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Von den 4 Drähten stehen je 2 kreuzweise auf dem Brette miteinander in leitender Verbindung und jedes Paar wird mittelst zweier kleinen Bleche und zweier Schrauben in leitende Verbindung mit den zum Galvanometer führenden Klemmen gebracht. Durch einen an einer isolierten Handhabe befestigten Querdraht kann man die Verbindung von 2

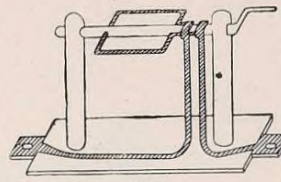
Mk. Pf.

85 —

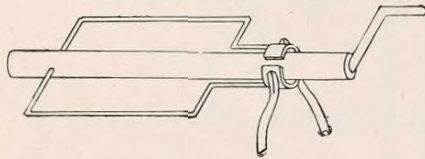
10 —



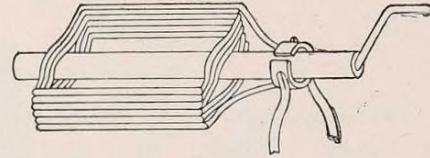
8964.



8965.



8966.



8967.

Messingstangen herstellen. Schließt man an die Klemme links ein Galvanometer an und schleift man dann mit dem Querdraht rasch an einem Paare von Messingstangen herauf oder herunter, so beobachtet man bei gleichnamigen Polen nichts am Galvanometer, bei ungleichnamigen erhält man aber einen deutlichen Ausschlag. Da bei gleichnamigen Polen die Kraftlinien die Verbindungslinie der Pole nahezu senkrecht schneidet, dagegen bei ungleichnamigen direkt von einem Pole zum andern gehen, so hat man im ersten Falle den Draht parallel den Kraftlinien bewegt, im zweiten aber so, daß die Kraftlinien geschnitten werden.

Die beiden Paare von Messingstangen haben den Zweck, die bei hin- und hergehender Bewegung des Drahtes erzeugten Stromstöße gleichgerichtet zu machen, indem man beim Aufwärtsführen ein anderes Stäbepaar berührt als beim Abwärtsführen. (Hinweis auf den Kommutator der Dynamomaschine.)

8964. **Nebenapparat** zu Nr. 8961, wie voriger, jedoch mit Drehbewegung, anstatt der Hin- und Herbewegung. (Ibid. Fig. 3 p. 243.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

8 —

Zwei Messingsäulen, die wie vorhin mit einem Galvanometer leitend verbunden sind, tragen in der Höhe der Magnetpole Durchbohrungen, die als Achsenlager eines mehrfach rechtwinklig gebogenen Drahtes dienen. Durch Drehen des Drahtes in einem Felde von zwei ungleichnamigen Magnetpolen werden bei jeder halben Drehung Stromstöße erzeugt, deren Richtung immer in dem Augenblicke wechselt, in welchem der Draht seine höchste und tiefste Stelle erreicht. In diesem Augenblicke bewegt sich der Draht kurze Zeit parallel den Kraftlinien.

8965. — rechteckförmig. (Ibid. Fig. 4 p. 243.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

11 —

Die Enden des Drahtes stehen in leitender Verbindung mit 2 Schleifringen, von denen die einzelnen Stromstöße mittelst zweier Schleiffedern nach den zum Galvanometer führenden Klemmen abgeleitet werden. Die in den beiden Längsseiten des Rechtecks bei der Drehung erzeugten Stromstöße sind in bezug auf den Raum entgegengesetzt, in bezug auf den Draht aber gleichgerichtet, summieren also ihre Wirkung. Der Stromwechsel findet dann statt, wenn die Fläche des Rechtecks vertikal ist, wenn also recht viele Kraftlinien durch sie hindurchgehen. In diesem Augenblicke bleibt aber für kurze Zeit die Zahl der die Fläche durchschneidenden Kraftlinien konstant, während zur Zeit des stärksten Stromstoßes, wenn die Ebene des Rechtecks horizontal ist, eine rasche Veränderung der Zahl der die Fläche durchsetzenden Kraftlinien erfolgt.

8966. — mit Kommutator. (Ibid. Fig. 6 p. 244.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

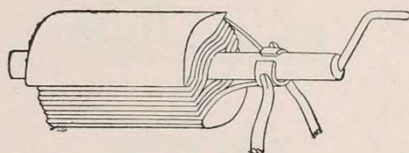
15 —

Der Kommutator besteht aus einem aus zwei Halbringen zusammengesetzten Ringe, dessen Hälften mit den Drahtenden des Rechtecks so verbunden sind, daß die Fläche des Rechtecks zur Teilebene des Ringes senkrecht steht. Zwei Federn berühren die beiden Halbringe so, daß immer ein Halbring leitend von einer Feder, der andere leitend von der anderen Feder berührt wird, und daß die Federn die Berührung mit den Ringen in dem Augenblicke wechseln, in welchem die Fläche des Rechtecks vertikal steht, also gerade dann, wenn in dem Drahte ein Stromwechsel eintritt. Wenn auch der so entstandene Strom noch kein Gleichstrom ist, da ja seine Stärke noch immer wechselt, so hat er dem früheren Wechselstrom gegenüber das voraus, daß er stets in derselben Richtung fließt, also beispielsweise zur Erregung eines Elektromagneten geeignet ist.

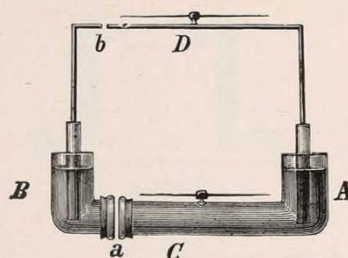
8967. — mit vielen Drahtwindungen. (Ibid. Fig. 7 p. 244.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

19 —

Dieser Nebenapparat enthält einen weiteren Ausbau des vorigen Apparates, indem bei demselben die eine rechteckige Drahtwindung durch mehrere ersetzt ist. Da bei der Rotation dieses Apparates in dem magnetischen Felde alle auf der einen Seite des Rechtecks verlaufenden Ströme allen auf der anderen Seite des Rechtecks verlaufenden in bezug auf den Raum entgegengesetzte, in bezug auf den Draht aber gleiche Richtung haben, so summieren sich die Ströme in allen Drähten in gleicher Weise.



8968.



8972.

8968. **Nebenapparat** zu Nr. 8961, wie voriger, jedoch mit Eisenkern (Siemens'scher Doppel-T-Anker). (Ibid. Fig. 8 p. 244.)

Dieser unterscheidet sich von dem vorigen nur dadurch, daß der Raum innerhalb der Drahtwindungen durch Eisen ausgefüllt ist. Nach früheren Versuchen hat das Eisen die Eigenschaft, die Kraftlinien durch seine Substanz hindurch zu sammeln. Es wird infolgedessen eine bedeutend größere Zahl von Kraftlinien durch die Fläche der Drahtwindungen hindurchgehen, wenn die Drahtwindungen senkrecht stehen, als es ohne Anwendung des Eisenkernes geschieht. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

8969. **Eisenring** zu Nr. 8961 mit einer Bindungsgruppe und zweiteiligem Kommutator. (Ibid. p. 245), welcher zwischen den Polen des Elektromagneten rotiert

8970. **Gramme'scher Ring** zu Nr. 8961 (Ibid. p. 245) mit 12 Windungsgruppen und 12-teiligem Kommutator, welcher zwischen den Magnetpolen Aufstellung findet

8971. **Demonstrationszeichnungen** zu den Apparaten Nr. 8961—8970. Diese stellen dar: 1. eine Drahtwindung, welche sich über einen Eisenring, der zwischen zwei Magnetpolen befestigt ist, bewegt; von der Drahtwindung wird der Strom in der einen Zeichnung durch Schleifringe, in der anderen durch Kommutator abgenommen; 2. vier um je 90° gegeneinander verschobene Drahtwindungen stehen mit einem vierteiligen Kommutator in Verbindung und bewegen sich über den Eisenring. Dazu ist die erzeugte Stromkurve gezeichnet; 3. zwölf Windungen mit zwölfteiligem Kommutator deuten die Anordnung des Gramme'schen Ringes an. 50×70 cm groß; auf Karton Das Stück

8972. **Zerlegbares galvanisches Element.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII, Fig. 1 p. 209, 1895.) Auf Stativ. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Man füllt die beiden Gefäße mit verdünnter Schwefelsäure oder Chromsäure und taucht in das eine die Kupfer-, in das andere die Zinkplatte. Die beiden Platten zeigen eine nachweisbare Potentialdifferenz, wenn sich die beiden Membranen berühren und die beiden Drähte mit einem Elektrometer verbunden werden. Stellt man die Berührung bei *b* her, unterbricht sie aber bei *a*, so zeigt das Elektrometer keinen Ausschlag mehr. Berührt man aber wieder bei *a* und trennt bei *b*, so zeigt sich wieder der Ausschlag. Auch die Magnetnadel, die entweder über dem Rohr oder über dem den äußeren Widerstand darstellenden Drahte *D* aufgesetzt werden kann, zeigt einen Strom durch einen schwachen Ausschlag an.

8973. **Veranschaulichung der Vorgänge beim elektrischen Strom durch Flüssigkeitsströme.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII p. 210, 1895.) Mit diesem Apparate lassen sich das Ohm'sche Gesetz, die Unabhängigkeit der Druckdifferenz von dem Drucke an einem beliebigen Punkte der äußeren Leitung und die Abnahme der Druckdifferenz bei Verringerung des äußeren Widerstandes erläutern

Das obere Gefäß entspricht dem Teile *A* des Apparates Nr. 8972, das untere dem Teile *B*, die Schlauchverbindung an den unteren Oeffnungen ist die innere, Druckdifferenz erzeugende Leitung, entsprechend *C*, die Schlauchverbindung der oberen Oeffnungen ist die äußere, Druckdifferenz vernichtende Leitung, entsprechend *D*. Die beiden Schlauchklemmen entsprechen den Unterbrechungsstellen *a* und *b*.

Um den Einfluß der Leitung zu untersuchen, werden in die innere Leitung, also in die Leitung, durch welche das Wasser aus dem oberen Gefäß in das untere strömt, Glasröhren von 0,5 mm Weite und 30 cm Länge eingeschaltet und zwar einmal eine solche

Mk. Pt

19 —

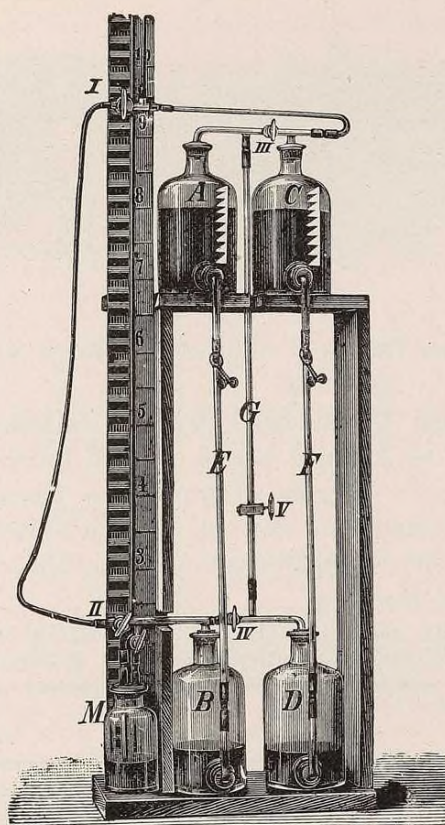
32 —

42 —

1 —

15 —

45 —



8974.

Glasröhre, ein and Mal zwei Röhren, die hintereinander verbunden sind, ein drittes Mal zwei Röhren, die durch Verbindung mittelst zweier weiten gabelförmigen Glasröhren parallel eingeschaltet werden können. Nennt man den Widerstand der inneren Leitung im ersten Falle „Eins“, so wird er im zweiten Falle „Zwei“, im dritten „Ein Halb“ sein.

Beobachtet man nun die Zeit, welche in den drei Fällen vergeht, bis eine bestimmte Wassermenge aus dem oberen Gefäße in das untere geflossen ist, so verhält sich dieselbe wie $1 : 2 : 1\frac{1}{2}$; die in gleichen Zeiten durchflossenen Wassermengen verhalten sich wie $1 : \frac{1}{2} : 2$. Daraus ergibt sich, daß die Stromstärke dem Widerstande umgekehrt proportional ist.

In ähnlicher Weise wird die Abhängigkeit der Stromstärke von dem Widerstand in der äußeren Leitung bestimmt, indem man in die Leitung Kapillarrohre entweder einzeln oder zu zweien, parallel oder hintereinander einschaltet.

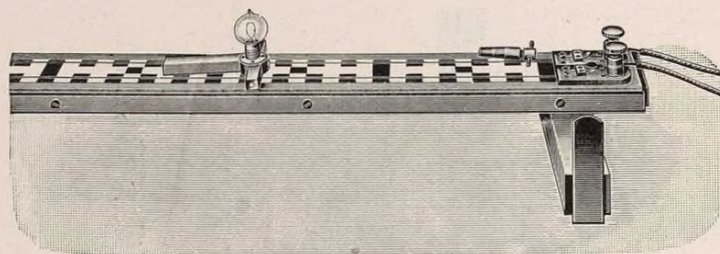
Um die Beziehung zwischen Stromstärke und Druck zu demonstrieren, muß man zu der Leitung, durch welche das Wasser fließt, enge Rohre nehmen, da nur für diese die Ausflußgeschwindigkeit proportional der ersten Potenz aus der Niveaudifferenz ist, während bei weiten Rohren die Geschwindigkeit der Quadratwurzel aus der Niveaudifferenz proportional ist. Wenn man nun in mehreren aufeinander folgenden Versuchen die eine Flasche höher stellt als die andere, so ergibt sich die Proportionalität zwischen Stromstärke und Niveaudifferenz durch Beobachtung der in gleichen Zeiten durchgeflossenen Wassermengen.

Durch Zusammenfassen der Resultate der beiden letzten Versuche folgt dann das Ohm'sche Gesetz für Flüssigkeiten.

8974. Veranschaulichung der Vorgänge beim elektrischen Strom durch Flüssigkeitsströme, doppelt, d. h. einer Verbindung von 2 galvanischen Elementen entsprechend. (Ibid. Fig. 3 p. 211.) Mittelst dieses Apparates lassen sich nicht nur die bei der vorigen Nummer angegebenen Versuche anstellen, sondern es läßt sich auch zeigen, daß die erzeugte Druckdifferenz bei zwei parallel geschalteten Elementen dieselbe ist, wie bei einem einfachen Elemente, daß dagegen zwei hintereinander geschaltete Elemente eine Druckdifferenz hervorbringen, welche doppelt so groß ist, wie die eines einzelnen Elementes. Ferner ist der Apparat ebensowohl wie der vorige geeignet, die Abnahme der Druckdifferenz zu zeigen, wenn man den äußeren Widerstand verringert. Endlich läßt sich die Frage nach der gün-

Mk. Pf.

Apparate
nach
Grimsehl.



8975.

stigsten Schaltung zweier Elemente beantworten, wenn der äußere Widerstand sehr groß oder sehr klein ist.

Die Flaschen *A* und *B* mit der Leitung *E* entsprechen dem einen, die Flaschen *C* und *D* mit der Leitung *F* dem zweiten Element. *M* ist ein Manometer zum Messen der Druckdifferenz. Durch die an den oberen Öffnungen der Flaschen angebrachten Glasröhren, die mit Hähnen versehen sind, lassen sich die beiden Elemente einzeln oder gemeinsam und zwar hintereinander oder parallel benutzen. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr. pag. 915]

In folgender Tabelle sind unter III, IV, V die Hahnstellungen angegeben, durch welche die in der ersten Kolonne verzeichnete Schaltung bewirkt wird:

	III	IV	V
linkes Element allein	offen	geschlossen	geschlossen
rechtes Element allein	geschlossen	offen	geschlossen
beide Elemente parallel	offen	offen	geschlossen
beide Elemente hintereinander	geschlossen	geschlossen	offen

8975. **Zweileitersystem zum Nachweis des Spannungsabfalles.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 204, 1902; Sonderheft I Fig. 18 p. 25.) 2 m lang. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Die beiden Nickelindrähte werden mit einer Akkumulatorenbatterie von 6 Volt Spannung verbunden. Durch Auflegen einzelner Lampen von 2, 4 bzw. 6 Volt, am Anfang, in der Mitte oder am Ende der Drähte läßt sich der Spannungsabfall nachweisen, indem die 6 Volt Lampe am Zuführungsende, die 4 Volt Lampe in der Mitte, die 2 Volt Lampe am Ende des Drahtes normal brennt. Legt man alle 3 Lampen gleichzeitig so auf, daß sie normal leuchten und entfernt dann eine der 3 Lampen, so tritt intensiveres Leuchten der bleibenden Lampen ein; dadurch ist nachgewiesen, daß jede Lampe den Spannungsabfall beeinflusst.

Die gegenseitige Abhängigkeit der Lampen voneinander läßt sich noch auffallender zeigen, wenn man eine der Lampen an die richtige Stelle legt und eine andere ihr gleiche direkt daneben. Man erkennt beim jedesmaligen Abheben oder Auflegen der einen Lampe eine auffallende Vermehrung oder Verminderung der Helligkeit der zweiten. Auch dieses tritt am entfernten Ende noch deutlicher hervor als am Zuleitungsende.

Nun legt man alle 6 Lampen an ihre richtigen Plätze. Sie brennen alle, wenn auch mit verminderter Helligkeit. Die Helligkeit läßt sich jetzt dadurch nahezu auf die normale bringen, daß man die Spannung der Stromquelle auf 8 Volt erhöht durch Hinzuschalten eines vierten Akkumulators; doch wird der Zweck nicht völlig erreicht, sondern es kommt die vermehrte Spannung besonders der 6 Volt-Lampe zugute, die jetzt in erhöhtem Glanze leuchtet, mehr als ihr für ein langes Leben förderlich ist. Besser kommt man zum Ziele, wenn man den vierten Akkumulator unter Vorschaltung eines kleinen Widerstandes (weil sonst die Spannung zu hoch würde) an die Klemmen am bisher freien Ende des Doppel-drahtes anschließt. Auf diese Weise erreicht man eine völlig gleichmäßige Helligkeit aller sechs Lampen. Diese letzteren Versuche ahmen im kleinen nach, was im großen in der Beleuchtungsanlage größerer Stadtgebiete vor sich geht. Es ist erstens erforderlich, daß die Lampen, die an weit vom Elektrizitätswerk entfernten Punkten brennen, eine geringere Voltzahl haben, als die dem Elektrizitätswerk nahen Lampen. Zweitens werden bei starker

Mk. Pf.

65 —

75 —

Beanspruchung des Leitungsnetzes die entfernt brennenden Lampen stets dunkler brennen, als bei geringer Beanspruchung. Drittens kann man bei größerer Belastung des Leitungsnetzes die Helligkeit der Lampen durch Erhöhung der Spannung der Dynamomaschine (durch Verstellen des Nebenschlußregulators) oder bei Akkumulatorenbetrieb durch Vermehren der Zellenzahl erhöhen, erreicht aber auf diese Weise den Zweck nur unvollkommen. Viertens: eine rationelle Spannungserhöhung kann nur durch direkten Anschluß der entfernten Punkte an eine Zusatzdynamomaschine oder eine Zusatzakkumulatorenbatterie erreicht werden. Hinweis auf die sogenannten Fernleitungsdynamos.

Kurzschluss: Man verbindet die beiden Paralleldrähte an irgend einer Stelle durch einen darüber gelegten Kupferdraht, oder man setzt den Stöpsel am entfernten Ende des Doppeldrahtes ein. Es brennen jetzt alle Lampen dunkler, besonders aber diejenigen, die in der Nähe oder unterhalb des Kurzschlusses sich befinden, letztere bleiben ganz dunkel. Die in der Nähe der Zuführungsklemmen brennenden 6 Volt-Lampen bleiben um so weniger vom Kurzschluß berührt, je weiter der Kurzschluß am entfernteren Ende der Leitung herbeigeführt wird.

Gleichzeitig mit dem Kurzschluß, besonders wenn derselbe in der Nähe des Zuführungsendes herbeigeführt wird, beobachtet man eine starke Erhitzung des Doppeldrahtes, die auch von weitem daran erkannt wird, daß die beiden Paralleldrähte, die bis dahin straff gespannt waren, schlaff und krumm werden infolge ihrer Längenausdehnung. Die Folgen des in einem großen Leiternetz entstandenen Kurzschlusses werden durch diese Versuche in einfacher und augenfälliger Weise demonstriert.

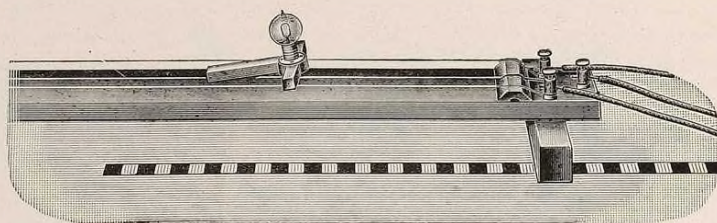
Der bisher durch die Glühlampen demonstrierte Spannungsabfall läßt sich messend verfolgen, wenn man an irgend 2 entsprechenden Stellen die Spannung mittelst eines Voltmeters untersucht. Als solches kann man, wenn man kein eigentliches Voltmeter besitzt, jedes einigermaßen empfindliche Galvanometer mit passend davor geschaltetem Widerstande benutzen, und zwar muß der Vorschaltwiderstand so groß sein, daß das Galvanometer beim Anschluß an die Zuleitungsenden des Doppeldrahtes noch nicht über die ganze verfügbare Skala hinüber ausschlägt. Je kleiner man den Maximalausschlag nimmt, um so mehr ist man ja berechtigt, die durch das Galvanometer gemessene Stromstärke, also hier auch die Spannung, dem Ausschlage selber proportional zu setzen. Schaltet man z. B. soviel Widerstand vor, daß der Ausschlag bei Verbindung mit den Polen einer dreizelligen Akkumulatorenbatterie 12^0 beträgt, so kann man, ohne wesentliche Fehler zu machen, sagen, daß jedem Skalenteil (Grad) die Spannung von $\frac{1}{2}$ Volt entspricht. Die Vorschaltung eines großen Widerstandes hat auch noch den weiteren Zweck, daß bei Anlegen der Galvanometerdrähte an eine Leitung durch diesen Nebenschluß die Spannung um so weniger vermindert wird, je größer der Widerstand des Galvanometers oder dessen Vorschaltwiderstand ist.

Geht man mit den Zuleitungsdrähten des Galvanometers die beiden Paralleldrähte entlang, so läßt sich sehr gut zeigen, daß bei geöffnetem Stromkreise, also wenn keine Lampe eingeschaltet ist, der Ausschlag des Galvanometers (Voltmeters) auf dem ganzen Doppeldrahte dieselbe Spannungsdifferenz von 6 Volt anzeigt, daß aber beim Auflegen einer Glühlampe die Spannungsdifferenz von dem Zuleitungsende des Doppeldrahtes an bis zur eingeschalteten Lampe abfällt, während unterhalb der Lampe auf der Leitung die Spannungsdifferenz überall gleich der Spannungsdifferenz an der Lampe selbst ist. Wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn man mehrere Lampen einschaltet oder wenn man an einer Stelle Kurzschluß herstellt, ist ohne weiteres einzusehen.

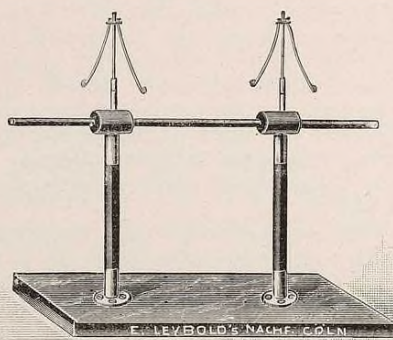
Zur bequemen Herstellung der Verbindung des Galvanometers mit zwei Punkten des Doppeldrahtes dienen zwei Klemmen, die ähnlich den beim Kopieren von Photographien benutzten Kopierklammern mit ihrem einen Schenkel unter die Leiste fassen, und deren anderer Schenkel aus einem schneidenförmig verlaufenden Drahte besteht, der sich mit leichtem Druck auf eine bestimmte Stelle des Meßdrahtes legt. An jede Klemme ist zur Befestigung des Leitungsdrahtes oder besser der Leitungsschnur, die zum Galvanometer führt, eine Polklemme angelötet. Ein empfindliches Galvanometer zeigt schon bei Verschiebung der einen Klemme gegen die andere um 1 mm einen deutlichen Ausschlag.

Der benutzte Doppeldraht gestattet noch einige andere praktische Anwendungen: Verbindet man die beiden Klemmen eines Drahtes mit den Polen eines Akkumulators, so herrscht längs des ganzen Drahtes (wegen des völlig zu vernachlässigenden Widerstandes im Akkumulator) der Spannungsabfall von 2 Volt. Hieraus folgt, da der Draht 2 m lang ist, daß auf jedes Meter der Spannungsabfall von +1 Volt, also auf jedes Centimeter 0,01 Volt Spannungsdifferenz kommen. Setzt man nun auf dem einen Ende des Doppeldrahtes den Verbindungsstöpsel ein, so herrscht auf dem zweiten Drahte überall dieselbe Spannung und zwar „Null“, wenn man das negative Ende mit der Erde verbindet und am negativen Ende den Stöpsel eingesetzt hat, oder die Spannung 2 Volt, wenn man das negative Ende des mit dem Akkumulator verbundenen Drahtes geerdet hat und den Verbindungsstöpsel am positiven Ende einsetzt. In derselben Weise wird auf dem ganzen zweiten Draht die Spannung „Null“ oder —2 Volt herrschen, wenn man das positive Ende des ersten Drahtes mit der Erde verbindet und das eine Mal den Verbindungsstöpsel am positiven, das andere Mal am negativen Ende einsetzt. Man hat hierdurch auf den beiden Drähten in unmittelbar nebeneinander liegenden Punkten zwei Stellen, die je nach ihrer am Maßstabe abgemessenen Lage die Spannungsdifferenz von Null bis 2 Volt im positiven oder negativen Sinne haben, und zwar kann man jede beliebige Differenz innerhalb der angegebenen Grenzen so genau einstellen, wie die Centimeter- (bezw. Millimeter-) Teilung dieses zuläßt. Man kann also den Doppeldraht besonders gut gebrauchen, um ein Voltmeter oder ein Elektrometer zu

Apparate
nach
Grimsehl.



8977.



8978.

eichen oder um die Spannung irgend eines anderen zu prüfenden Elementes durch Gegen-schaltung nach der Kompensationsmethode zu vergleichen. Die Annehmlichkeit des Doppel-drahtes liegt darin, daß man die Stellen mit der verlangten Spannungsdifferenz unmittelbar nebeneinander liegen hat.

Schaltet man die beiden Verbindungsstöpsel ein, so ist natürlich der Spannungsabfall auf beiden Drähten genau derselbe, zwei unmittelbar nebeneinander liegende Punkte der beiden Drähte haben also keine Spannungsdifferenz. Wenn man demnach zwei solche Punkte durch ein Galvanometer miteinander verbindet, so zeigt dasselbe keinen Ausschlag. Der Versuch ist in dieser Anordnung besonders geeignet, um das Prinzip der Wheatstone-schen Brücke in seiner einfachsten Form zu demonstrieren.

Wenn man den einen Draht der Doppelleitung, die bisher aus 0,5 mm dickem Nickelin-draht bestand, durch einen gleichmäßig dicken Draht von anderem Metalle oder von anderem Querschnitt ersetzt, so bleibt auch jetzt noch der Spannungsabfall auf diesem Drahte derselbe, wie der auf dem zweiten Drahte. Hieraus geht hervor, daß der Brückenstrom auch bei ungleichen Leitern dann verschwindet, wenn die Proportion $a:b=c:d$ erfüllt ist. Das ist ja aber das Prinzip der Wheatstone'schen Brücke.

8976. Zweileitersystem zum Nachweis des Spannungsabfalles, wie Nr. 8975, jedoch nur 1 m lang

Mk. Pf.

63 50

8977. Dreileitersystem zum Nachweis des Spannungsabfalles. (Sonderheft I Fig. 19 p. 26.) [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

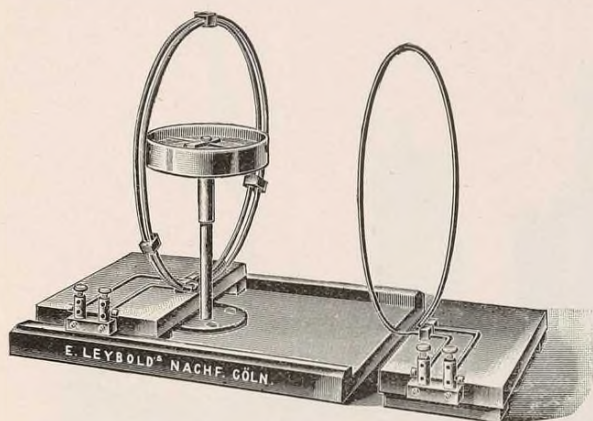
75 —

Die äußeren Leiter werden mit den Klemmen einer Batterie von 12 Volt, der Mittel-leiter mit der Mittelklemme dieser Batterie verbunden. Legt man die Lämpchen auf 2 Leiter, so erhält man dieselben Resultate wie bei Nr. 8975, jedoch mit folgendem Unter-schied: Untersucht man mit der 6 Volt- und der 2 Volt-Lampe die Spannung auf Mittel-leiter und einem Außenleiter, so findet man, daß diese von 6 Volt auf 2 Volt abnimmt, macht man dasselbe mit der 12 Volt- und der 8 Volt-Lampe auf den beiden Außenleitern, so erkennt man, daß die Spannung von 12 Volt auf 8 Volt zurückgeht, das erstemal also um $\frac{2}{3}$, im letzteren Falle nur um $\frac{1}{3}$ der Gesamtspannung.

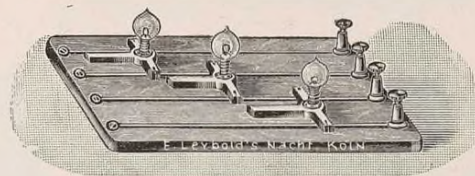
8978. Stab-Elektrisiermaschine. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 284, 1902.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

28 —

Die eine der beiden zylindrischen Blechhülsen ist mit Fell ausgefüttert und dient als Reibzeug, die andere ist in ihrem Innern mit einigen Blechspitzen versehen und dient als Saugvorrichtung. Nachdem man die beiden Papierelektroskope aufgesetzt hat, schiebt man den Hartgummistab in die ausgefütterte Hülle und bewegt sein Ende einmal darin hin und her; die Blättchen divergieren und zwar mit positiver Elektrizität. Wiederholt man den Versuch, schiebt aber jetzt den Hartgummistab langsam bis in die andere Hülle und zieht ihn langsam aus beiden Hülsen heraus, so divergieren jetzt auch die Blättchen über der Saugvorrichtung, diese aber mit negativer Elektrizität; letztere werden von dem Hartgummistab abgestoßen, während die ersteren von ihm angezogen worden sind.



8979.



8980.

8979. **Zerlegbare Tangentenbussole.** Speziell zur Eichung einer Tangentenbussole ohne Ableitung des mathematischen Gesetzes geeignet. (Phys. Ztschr. III p. 462, 1902; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 292, 1902.) Die Brettchen, auf denen der einfache bzw. der doppelte kreisförmige Leiter montiert ist, sind verschiebbar; es können daher nur 1, 2 oder 3 Windungen benutzt werden. Die Bussole ist mit einer Glasdose bedeckt, so daß die Nadel auch von der Seite sichtbar ist. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Zur empirischen Eichung der Tangentenbussole gibt der Verfasser zwei Methoden an:
1. Multiplikationsmethode. Man schaltet beide Kreisleiter hintereinander in den Stromkreis eines Akkumulators und reguliert die Stromstärke durch einen Regulator so, daß der einfache Leiter L_1 die Ablenkung 6° erzeugt, während der Doppelleiter in 3—4 m Entfernung steht und also keinen Einfluß ausübt. Ersetzt man L_1 durch den Doppelleiter L_2 , ohne an dem Stromkreis etwas zu ändern, so hat man die doppelte Stromwirkung und beobachtet $11\frac{1}{2}^\circ$ Ausschlag; läßt man beide Leiter zugleich wirken, so hat man die dreifache Stromstärke und den Ausschlag 17° . Man reguliert nun den Rheostaten so, daß der Leiter L_1 die Ablenkung $11\frac{1}{2}^\circ$ hervorruft, dann gibt L_2 für sich die der vierfachen Stromstärke entsprechende Ablenkung von 22° , L_1 und L_2 zusammen der sechsfachen Stromstärke entsprechend die Ablenkung 31° . So kann man fortfahren und erhält für die Stromstärken 3, 6, 9 die Ablenkungen 17° , 31° , 42° u. s. w. Die Beobachtungen werden bis zur 64 fachen Stromstärke (Ablenkung 81°) fortgesetzt und durch eine Kurve dargestellt, die sehr genau mit der berechneten Tangentenkurve übereinstimmt. Die Kurve kann dazu dienen, die Stärke eines unbekannten Stromes auf Grund der beobachteten Ablenkung direkt abzulesen.

2. Additionsmethode. Man benutzt zwei unabhängige Stromkreise, deren einer den Leiter L_1 , der andere den Leiter L_2 enthält, jeder Stromkreis hat eine besondere Stromquelle, einen Rheostaten und einen Umschalter. Zur Ausführung der Eichung schließt man den ersten Stromkreis (I) und reguliert den Rheostaten R so, daß der Leiter L_1 wieder die Ablenkung 6° erzeugt. Nun öffnet man den Stromkreis I und schließt den zweiten (II), indem man den Rheostaten R_2 wiederum so lange reguliert, bis der Ausschlag 6° beträgt. Schließt man beide Ströme so, daß sie die Kreisleiter in entgegengesetztem Sinn durchfließen, so darf kein Ausschlag erfolgen; sind beide gleichgerichtet, so beträgt der Ausschlag, der doppelten Stromstärke entsprechend, $11\frac{1}{2}^\circ$. Darauf erzeugt man denselben Ausschlag von $11\frac{1}{2}^\circ$ durch Stromkreis II allein, indem man R_2 passend verändert; fügt man jetzt Stromkreis I hinzu, so erhält man die dreifache Stromstärke und den Ausschlag 17° . So kann man fortfahren und zu jeder beliebigen Stromstärke den zugehörigen Ausschlag ermitteln. Die Resultate werden tabellarisch geordnet und zur Konstruktion einer Ablenkungskurve benutzt.

8980. **Apparat zur Ableitung des Joule'schen Gesetzes.** (Sonderheft I Fig. 32 p. 46; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 347, 1902.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

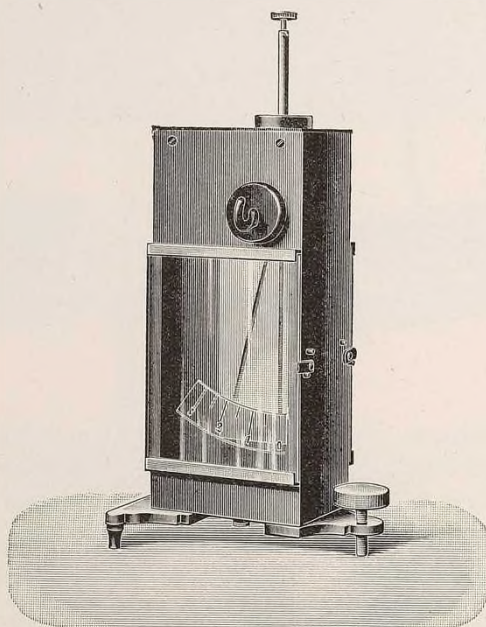
Dem Apparat sind 3 Glühlampen von 2 Volt beigegeben. Man verbindet die 4 Klemmen des Apparates mit 3 hintereinander geschalteten Akkumulatorenzellen. (Also die 1. Klemme mit der äußeren positiven Platte, die 2. mit dem Verbindungsstück zwischen Zelle 1 und 2, die 3. mit dem Verbindungsstück zwischen Zelle 2 und 3, und die 4. mit der äußeren negativen Platte; bei Benutzung unserer Akkumulatorensätze Nr. 5504 p. 595 schaltet man diesen nach Schema 5504 A auf 8 Volt und benutzt die ersten 4 Klemmen zur Verbindung mit den 4 Klemmen des Apparates.) Zunächst legt man 1 Lämpchen auf 2 beliebige Drähte des Apparates und beweist, daß zwischen je 2 Drähten die Spannung

Mk. Pf.

60 —

12 —

Apparate
nach
Grimsehl.



8981.

= 2 Volt ist. Um zu beweisen, dass $Q = i^2 r = ie$, legt man auf 2 Drähte 2 oder 3 Lämpchen, dieselben brennen gleich hell, sie benötigen aber die doppelte bzw. dreifache Wärmemenge, lassen aber auch die doppelte bzw. dreifache Strommenge durchfließen; also ist Q proportional i . Nun legt man auf je 2 benachbarte Drähte je 1 Lämpchen und löst nun die Verbindungen mit Klemme 2 und 3. Durch die 3 hintereinander geschalteten Lämpchen fließt ein Strom von der Quantität 1 aber der dreifachen Spannung und diese erzeugt wieder die dreifache Wärmemenge, folglich ist Q proportional e .

8981. **Aluminium-Elektrometer** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 5, 1903), zu Versuchen über Berührungselektrizität, statische Elektrizität und die entladende Wirkung von Röntgenstrahlen etc. Das Elektrometer ist sowohl für direkte Ablesung wie für Projektion geeignet und ist sehr empfindlich, schon bei 2 Volt Spannung gibt es einen deutlichen, meßbaren Ausschlag. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] . . .

Mk. Pf.

70 —

Dem Instrumente ist ein zweiter geteilter Ebonitpfropf beigegeben. Es ist am besten, einen vorher mit Wasser und Seife gewaschenen Ebonitpfropf, vor Staub und Licht sorgfältig geschützt, aufzubewahren und ihn vor Gebrauch des Elektrometers einzusetzen. Durch die Halbierung dieses Pfropfen ist ein Herausnehmen des Aluminiumblättchens überflüssig. In das die Drehungsachse bildende Messingröhrchen wird die kleine Klemmschraube gesteckt und diese mit der auf der einen Seite flach sitzenden Klemmschraube durch einen blanken dünnen Kupferdraht verbunden. — Beschreibung einiger Versuche mit diesem Elektrometer und den Nebenteilen siehe nach Nr. 8984.

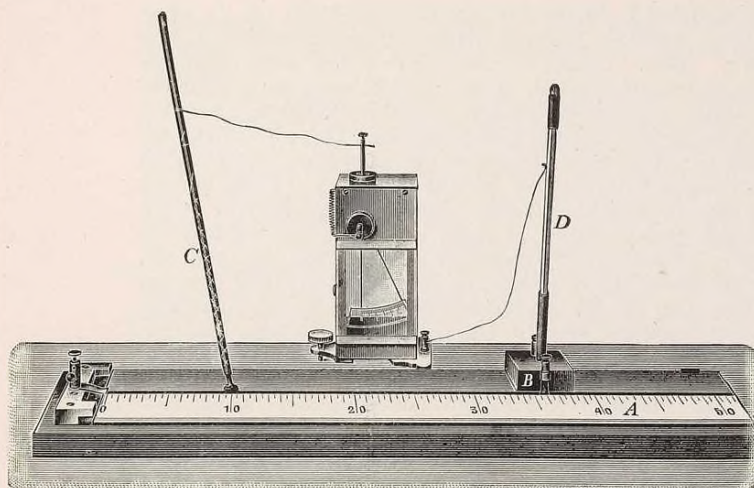
8982. **Kondensatorplatten** dazu (Ibid. Fig. 7 p. 14) mit metallischem, isoliertem Griff und Ansatzstücken zum Verbinden der Platten unter sich und mit anderen Apparaten
8983. — aus Kupfer und Zink, passend zu dem Griffe der Nr. 8982

12 —

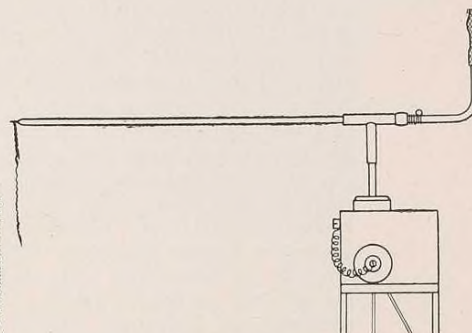
6 —

8984. **Nebenapparate** zu Nr. 8981 (Ibid. p. 15), bestehend aus Kupfer- und amalgamierter Zinkplatte an Messingstäben, zum Nachweise der Potentialdifferenz an 2 in einen Elektrolyten tauchenden Metallplatten; 2 Platinblechen an Messingstäben für denselben Versuch und zum Nachweise der Potentialdifferenz an 2 in verschiedene Elektrolyte tauchenden Elektroden, Zerstreuungskörper, zum Nachweise der entladenden Wirkung jonisierender Luft; amalgamierte Zinkplatte, um die entladende Wirkung eines in der Nähe abgebrannten Magnesiumbandes zu zeigen .

15 —



8985 mit 8981 und 8986.



8987.

- | | Mk. | Pf. |
|--|-----|-----|
| 8985. Graphitleiter, um den Spannungsabfall auf einem Leiter zu zeigen. (Ibid., Fig. 4 p. 11.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] | 37 | — |
| 8986. Flüssigkeitswiderstand, um eine Beschädigung des Elektrometers durch etwa eintretenden Kurzschluß zu vermeiden. [Fig. 8985 D $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] | 1 | 50 |
| 8987. — zum Aufsetzen auf das Elektrometergehäuse. Dieser Widerstand kann an Stelle des vorigen treten (Ibid. Fig. 5 p. 12.) [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] | 2 | 50 |
| 8988. Lamettafäden, zur Verbindung von Apparaten mit dem Elektrometer (Ibid. p. 9). | 1 | — |

Gebrauchsanweisung zu Nr. 8981—8988.

1. Versuch: Will man das Potential eines Leiters untersuchen, also nachweisen, daß dasselbe überall auf dem Leiter konstant ist, so klemmt man das eine Ende eines Brillantgarnfadens in die Klemme *c* fest und bindet das andere Ende direkt an das eine Ende eines dünnen Hartgummistäbchens, z. B. eines Hartgummifederhalters. Durch diese kleine Abänderung des bekannten Versuchs erleichtert sich die Ausführung desselben wesentlich. Nun kommt noch hinzu, daß das beschriebene Elektrometer Spannungen von 100 Volt schon durch einen Ausschlag von ungefähr 10^0 nachweist. Das hat den großen Vorteil, daß man den zu untersuchenden Leiter nur auf diese Spannung zu laden braucht. Man hat also keine Elektrisiermaschine nötig, ein geriebener Hartgummistab reicht völlig zum Laden eines großen Konduktors aus. Wegen der geringen Spannung treten aber auch die Verluste infolge mangelhaft isolierter Aufstellung des Konduktors in viel geringerem Maße auf, als bei höherer Spannung. Sollte aber mangelhafte Isolation des Konduktors vorhanden sein, so genügt es gewöhnlich, die Stativstange unter der Wasserleitung gehörig mit Wasser abzuwaschen und dann mit einem trockenen Tuche abzureiben, denn der Grund mangelhafter Isolation ist fast immer Unsauberkeit.

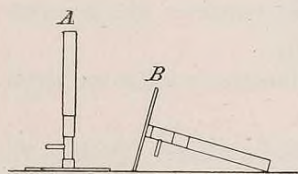
In Fig. Nr. 8985 ist *A* die eine Hälfte der mit dem Bleistiftstrich versehenen Mattglasscheibe. Die zweite Hälfte ist des Raumes wegen nicht mit abgebildet. Auf der Vorderseite ist eine Zentimeterteilung angebracht. Die beiden Enden sind mit Zuleitungsklemmen für die Verbindung mit der Stromquelle versehen. Der auf der Glasscheibe stehende Bleiklotz *B* hat den Zweck irgend eine Stelle des Striches abzuteilen, besonders um eine leitende Verbindung des isoliert aufgestellten Elektrometergehäuses mit einem Punkte des Graphitleiters herzustellen. Zu dem Zwecke ist an der Vorderseite des Bleiklotzes eine kleine Hülse angebracht, in der ein Pinsel aus Lamettafäden verschiebbar sitzt. Wenn man den Lametapinsel hinunterschiebt, berührt er eine Stelle des Graphitleiters leitend, ohne den Bleistiftstrich zu beschädigen. Auf dem Bleiklotz sitzt eine Klemmschraube zur Herstellung der Verbindung des Klotzes mit dem Elektrometergehäuse. Außerdem sitzt auf dem Bleiklotz noch eine federnd aufgeschlitzte Hülse zur Aufnahme einer mit verdünnter Salzlösung gefüllten engen Glasröhre *D* (Nr. 8986), in deren Enden Platinösen eingeschmolzen sind, und zwar ist die eine untere Platinöse direkt in der Richtung der Verlängerung der Rohrachse eingeschmolzen, so daß sie beim Einstecken in die Hülse in direktem Kontakt mit einigen in die Blechhülse gesteckten Lamettafäden oder Staniolstückchen steht. Die zweite obere Platinöse sitzt etwas unterhalb des nur durch ein Ende Gummischlauch mit eingestecktem Glasstäbchen verschlossenen Rohres, damit die vielleicht entstehenden Gasblasen sich oberhalb der Platinöse sammeln können, ohne die leitende Verbindung der Oese mit der Salzlösung zu unterbrechen. Der Zweck dieser Glasröhre ist die Herstellung eines großen Widerstandes in der Verbindung des Bleiklotzes mit Teilen des Elektrometers, wodurch bewirkt werden soll, daß bei unbeabsichtigter Berührung des Aluminiumblättchens mit dem

Entladearm des Elektrometers der entstehende Strom nur sehr schwach bleibt, da ja schon ein verhältnismäßig schwacher Strom instande ist, das dünne Aluminiumblättchen zum Glühen und Verbrennen zu bringen. Diese Vorsicht ist nur dann nötig, wenn man die Spannung an den Enden des Graphitleiters untersucht, denn bei Berührung eines mittleren Punktes des Bleistiftstriches bietet dieser selbst einen genügend großen Widerstand zur Abschwächung des Stromes. Man verbindet also das Elektrometergehäuse entweder direkt mit der Klemme auf dem Bleiklotz oder mit der oberen Platinöse der Glasröhre. Letzteres ist in Figur 8985 ausgeführt. Der Lamettapinsel des Klotzes berührt den Strich. Dann klemmt man in die auf der Elektrometerstange befindliche Klemme einen Brillantgarnfaden, dessen anderes Ende an einem dünnen Hartgummistäbchen *C* so festgebunden ist, daß noch einige einzelne Lamettafäden in Form eines Lamettapinsels vorstehen. Führt man nun mit dem pinselförmigen Ende des Fadens den Bleistiftstrich entlang, so beobachtet man an dem am Elektrometer auftretenden Ausschlag die an der berührten Stelle herrschende Spannung. Da ein Grad Ausschlag ungefähr der Spannung von 10 Volt entspricht, so kann man bei einer an den Enden des Graphitleiters herrschenden Spannung von 220 Volt die ganze verfügbare Skala des Elektrometers ausnutzen, wenn das Elektrometergehäuse mit einem Ende des Leiters leitend verbunden ist. Ist das Gehäuse mit der Mitte des Leiters verbunden, so beobachtet man nach beiden Seiten hin gleichmäßig zunehmende Ausschläge bis zu etwa 10 Grad. Ist der Bleistiftstrich gleichmäßig ausgeführt, so ist die Spannungszunahme der Länge des Graphitleiters proportional.

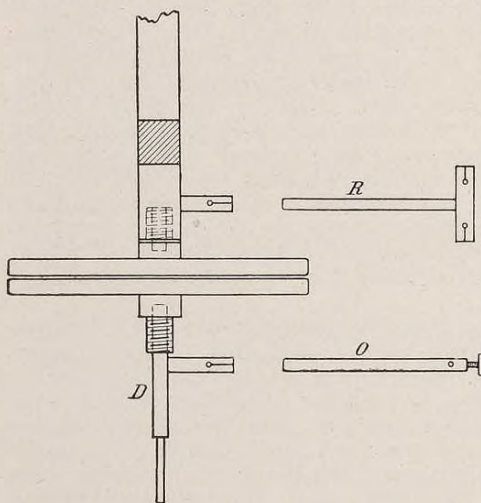
Anstatt den Flüssigkeitswiderstand zwischen Bleiklotz und Gehäuse einzuschalten, kann man ihn auch in der Leitung vom Aluminiumblättchen zum ableitenden Pinsel einschalten. Das diesem Zwecke dienende Glasrohr hat dann die Gestalt Fig. 8987. Es wird mit seiner Messingfassung direkt auf die Elektrometerstange aufgesetzt. Die Messingfassung ist mit der einen eingeschmolzenen Platinöse leitend verbunden. Der ableitende Brillantgarnfaden wird dann in die am anderen Ende befindliche Platinöse eingeknüpft.

Versuche mit dem Kondensator.

2. Versuch: Die unversehrte Lackschicht beider Platten, der Kondensator- und der Kollektorplatte ist ein unbedingtes Erfordernis für das gute Gelingen aller Kondensatorversuche. Es ist daher erforderlich, Kondensatorplatten nie nach Fig. *A*, sondern stets nach Fig. *B* auf die Tischfläche zu legen.



Die Kondensatorplatten sind einseitig in der Mitte mit einer aufgelöteten Messingfassung versehen, die eine zentrische Bohrung trägt, so daß sie mit leichter Reibung drehbar



auf die Elektrometerstange gesetzt werden kann. Außen ist die Fassung mit einem Gewinde versehen, das an ein an einem Hartgummigriff sitzendes Muttergewinde angeschraubt werden kann. An das am Hartgummigriff sitzende Muttergewinde ist wieder ein horizontales federnd aufgeschlitztes Messingröhrchen festgelötet. Der Hartgummigriff ist in seinem oberen Teile mit einem Messingrohre umgeben, um etwaige durch das Anfassen bewirkte Ladungen zu vermeiden.

Die an dem Aufsatze *D* und an der Fassung des Hartgummigriffes vom Kondensator angebrachten kleinen horizontalen Messingröhrchen gestatten eine bequeme Verbindung von Kollektor- und Kondensatorplatte mit anderen Platten oder mit Polen einer Stromquelle. Hierdurch wird einerseits die Eichung, andererseits auch die Messung einer unbekannten Spannung erleichtert.

Die mit leichter Reibung auszuführende Drehung der Kollektorplatte auf dem Elektro-

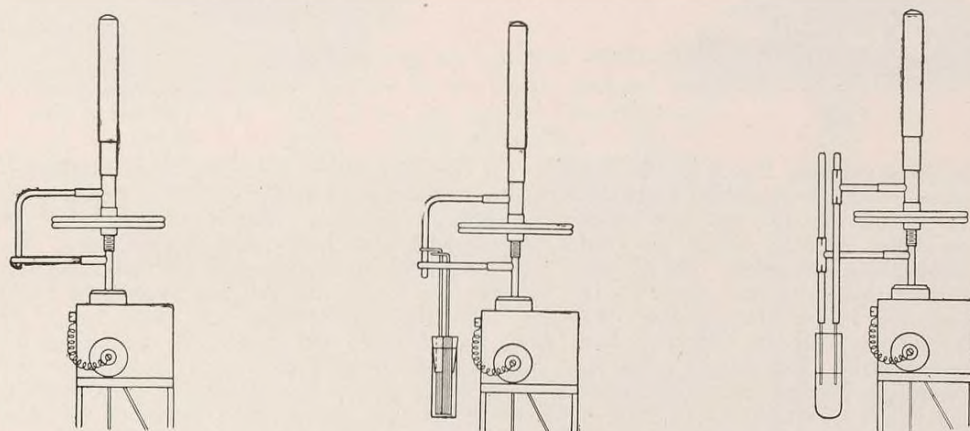
meter ermöglicht die Herstellung eines reibungslosen Kontaktes der Kollektor- und Kondensatorplatte. Zu dem Zwecke wird in das an dem Aufsatze *D* befindliche Röhrchen ein 60 mm langer Messingstab eingesetzt und in die Fassung der Kollektorplatte kommt ein rechtwinklig gebogener Messingstab. (Siehe Figur auf der folgenden Seite.) Dreht man dann beide aufeinanderliegende Platten mittelst des Hartgummigriffes auf dem Zapfen von *D* (siehe die Figur oben), so geraten die beiden Ansätze in Berührung, ohne daß man zu befürchten hätte, daß durch diese Berührung neue elektromotorische Kräfte eingeführt werden.

Ferner passen in die an dem Aufsatze *D* und an der Kollektorplattenfassung vorhandenen horizontalen federnden Messingröhrchen die Klemmen *O*, von denen zwei vorhanden sind. Diese dienen zur Herstellung der leitenden Verbindung der beiden Platten mit anderen Apparaten.

Die Messingstäbe *R*, die wieder federnde Metallröhrchen tragen, passen ebenfalls in die horizontalen Rohransätze von *D* und von der Kollektorplattenfassung. Die Stäbe *R*

dienen dazu, kleine Zink-, Kupfer- oder andere Metallbleche, die an kleine Messingstäbe angelötet sind, an den Kondensatorplatten leicht und sicher, aber vertikal verschiebbar zu befestigen.

3. Versuch: Der aus zwei Messingplatten bestehende Kondensator wird in erster Linie verwandt um die Spannungsdifferenz an den Polen eines galvanischen Elementes nachzuweisen. Zur Ausführung des Nachweises der Potentialdifferenz (siehe Figur!) an zwei in einen Elektrolyten tauchenden Metallplatten nimmt man ein amalgamiertes Zinkblech und ein Kupferblech von etwa 1×3 cm Größe, an welche je ein blanker Kupferdraht von 10 cm Länge gelötet ist. Die beiden Bleche werden unter Zwischenschaltung zweier kleiner Korkstreifen mit einem Faden zusammengebunden und nun in ein kleines Präparatenglas oder ein Probirröhrchen gestellt, das einige Tropfen stark verdünnter Schwefelsäure (1 : 30) enthält. Auf das Elektrometer ist der Kondensator gesetzt, und in den horizontalen Ansatzröhrchen stecken der schon oben beschriebene 60 mm lange gerade und der rechtwinklig gebogene Messingstab. Dann hält man das vorhin beschriebene kleine Zink-Kupferelement so zwischen die beiden Messingansätze, daß beim Drehen der beiden Kondensatorplatten



die an den Metallblechen sitzenden Kupferdrähte mit je einem der Messingansätze in Berührung kommen. Nun leitet man die obere Platte durch Berühren ihres Ansatzes mit dem Finger ab, dreht die beiden Platten wieder zurück, so daß die Berührung zwischen Element und Kondensatorplatten wieder gelöst wird, und hebt die obere Platte ab. Man erhält einen Ausschlag von ungefähr 10^0 , herrührend von positiver oder negativer Elektrizität, je nachdem die Kupfer- oder die Zinkplatte mit der unteren Platte in Berührung war.

Darauf wird derselbe Versuch mit einem Metallblechpaare von ungefähr einem Quadratdecimeter Oberfläche wiederholt und derselbe Ausschlag erreicht.

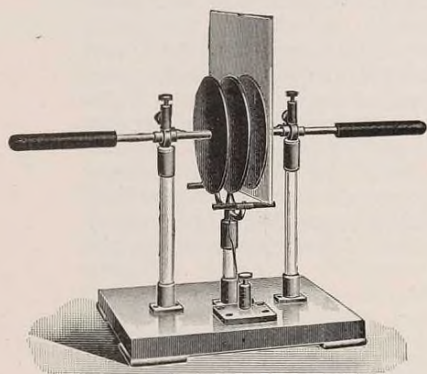
Die Ausführung dieser Fundamentalversuche geht bei der beschriebenen Versuchsanordnung und mit dem beschriebenen Elektrometer mit ebenso großer Leichtigkeit wie Sicherheit vor sich. Der Einfluß der verschiedenen Metalle, der verschiedenen Elektrolyte und ihrer Konzentration ist sicher nachweisbar. Daß bei diesen Versuchen das Elektrometergehäuse zur Erde abgeleitet sein muß, versteht sich wohl von selbst.

Die Erhöhung des Potentials durch Hintereinanderschalten von mehreren Elementen ist mit dem Kondensator hoher Verstärkungszahl nur bei zwei Elementen ausführbar, da bei mehr Elementen der Ausschlag zu groß wird, doch kann man den Messungsbereich dadurch wesentlich erweitern, daß man den Plattenabstand der Kondensatorplatten durch ein zwischengelegtes Stück paraffinierten Papiers oder eine dünne Glasplatte vergrößert, also die Verstärkungszahl des Kondensators erniedrigt. Bei der Benutzung einer größeren Elementenzahl braucht man überhaupt keinen Kondensator mehr. Man kann den Ausschlag direkt ablesen.

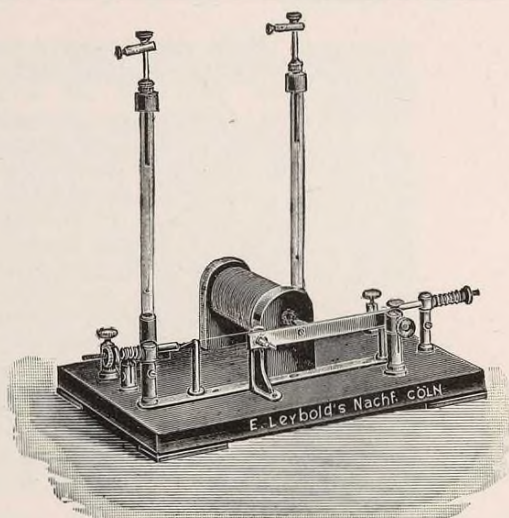
4. Versuch: Der soeben beschriebene Versuch wird durch den folgenden wesentlich ergänzt (siehe obenstehende Figur). Man steckt in die horizontalen Rohransätze der beiden Kondensatorplatten die Messingstäbe *R* mit den federnden Röhrchen und schiebt in letztere zwei Messingstäbe, an deren unteren Enden eine Kupfer- und eine Zinkplatte gelötet sind, so weit hinein, daß die Metallbleche in gleicher Höhe hängen. Berührt man nun die beiden Metallbleche durch Drehen der Kondensatorplatten direkt, so erfolgt nach dem Zurückdrehen und Abheben der oberen Platte kein Ausschlag. Wenn man dagegen die beiden verschiedenen Metallbleche gleichzeitig mit dem feuchten Finger berührt oder in ein Gläschen mit angesäuertem Wasser eintaucht, indem man das Gläschen von unten her hebt, so wie es die Figur zeigt, bis die Platten eintauchen, dann wieder senkt, um die Berührung mit dem Elektrolyten zu unterbrechen, und nun die obere Kondensatorplatte abhebt, so erfolgt ein Ausschlag und zwar von positiver Elektrizität, wenn das Zink mit der unteren Platte verbunden ist, und von negativer Elektrizität, wenn das Kupfer an der unteren Platte hängt.

5. Versuch: Der Volta'sche Fundamentalversuch. Zur einwandfreien Ausführung des Versuchs verfähre man auf folgende Weise: Man stelle die Versuchsanordnung vom 2. Versuch her, benutze jedoch zwei verschiedene Metallplatten; also man setzt auf die Elektrometerstange die gut eben geschliffene und dünn lackierte Zinkplatte und schraubt

Apparate
nach
Grimmschl.



8989.



8990.

in die isolierende Handhabe die ebenfalls gut eben geschliffene und dünn lackierte Kupferplatte. Auf die sorgfältige Instandhaltung der Lackschichten ist hier in noch höherem Maße zu achten, wie bei den gewöhnlichen Kondensatorversuchen. Nun steckt man in die oft erwähnten Ansätze wieder die beiden Messingstäbe, also unten den geraden, oben den rechtwinklig gebogenen. Darauf dreht man die beiden Messingstäbe bis zur Berührung und berührt gleichzeitig mit einem in der Klemme des Elektrometergehäuses befestigten Draht einen der beiden Messingstäbe. Nachdem dann alle Verbindungen, und zwar zuerst die Verbindung mit dem Gehäuse, dann durch Zurückdrehen der Platten die Berührung der Messingstäbe untereinander gelöst sind, hebt man die obere Platte ab. Trotzdem hier jede chemische Wirkung beim eigentlichen Kontakt ausgeschlossen ist und trotzdem keine Reibung der sich berührenden Lackschicht eintreten konnte, tritt mit absoluter Sicherheit ein Ausschlag von 7—10 Grad ein, herrührend von der positiven Elektrizität des Zinks.

Vertauscht man die beiden Platten, und das ist ja durch die besondere Anordnung der Gewinde und der Bohrung in den Plattenfassungen leicht möglich, so zeigt die Kupferplatte eine negative elektrische Spannung von derselben Höhe. Daß der Ausschlag nicht von absolut genau derselben Größe ist, wie dann, wenn das Zink unten ist, rührt davon her, daß das Elektrometergehäuse aus Messing besteht. Praktisch genommen sind beide Ausschläge gleich, doch theoretisch muß eine geringe Differenz bei den beiden Versuchen vorhanden sein.

Macht man denselben Versuch mit 2 anderen Metallplatten, so erhält man die der Volta'schen Spannungsreihe genau entsprechende Anordnung. Nimmt man z. B. die untere Platte aus Eisen und verwendet als Kollektorplatte das einmal eine Zink-, das anderemal eine Kupferplatte, so erweist sich beim ersten Versuche das Eisen als negativ, beim zweiten als positiv elektrisch. Interessant ist das Versuchsergebnis, wenn man die Versuchsanordnung vom 4. Versuch mit 2 aus Zink-Kupfer bestehenden Kondensatorplatten ausführt. Bei direkter Berührung der angehängten Metallbleche erhält man dasselbe Resultat, wie dann, wenn einfach die Messingarme die Berührung herstellen. Bei elektrolytischer Berührung erhält man dann, wenn an der Zinkplatte ein Zinkblech, an der Kupferplatte ein Kupferblech hängt, nur einen ganz minimalen Ausschlag. Hängt dagegen an der Zinkplatte das Kupferblech und an der Kupferplatte das Zinkblech, so beträgt nach elektrolytischer Berührung der Ausschlag 12—15 Grad.

6. Versuch: Entladende Wirkung der ionisierten Luft. Setzt man in die Bohrung der Stange einen zylindrischen Zerstreuungskörper, so kann man die entladende Wirkung der Atmosphäre bei klarer und nebliger Luft bei Gegenwart radioaktiver Substanzen, bei Einwirkung von Röntgenstrahlen u. s. w. gut untersuchen. So ist die Wirkung eines angenäherten Auer'schen Glühstrumpfes schon sehr auffallend. Setzt man eine 5×7 cm große frisch amalgamierte Zinkplatte mit einem angelöteten Messingstift in die Bohrung des Elektrometerstabes, so fällt das mit negativer Elektrizität divergierende Blättchen momentan zusammen, wenn man ein Stück Magnesiumband in der Nähe verbrennt.

Apparat zur annähernden Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 21, 1903.) Das vollständige Instrumentarium besteht aus den Apparaten Nr. 8989, 8990, 8992 und 8993.

8989. **Kondensator** mit Messingplatten von 8 cm Dm. Die Entfernung der Platten läßt sich an den in $\frac{1}{2}$ mm geteilten Messingstangen ablesen. Mit isolierten Trägern für die einzuschaltenden Platten und mit den nötigen Klemmen. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

8990. **Induktor**, zu Nr. 8989, mit Saitenunterbrecher und Verzweigungswiderstand. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

34 —

28 —

Die beiden Verzweigungswiderstände werden gebildet durch die 2 vertikalen Glassäulen, deren untere Enden mit dem einen Ende der Sekundärspule in Verbindung stehen, deren obere Enden durch Metallkapseln verschlossen sind; durch diese Kapseln gehen 2 Elektrodendrähte mit platinieren Platin-Elektroden. Die beiden Glasröhrchen werden am besten mit einer Lösung von 181 gr Mannit, 62 gr Borsäure in 1,5 Liter Wasser gefüllt (vgl. Wied. & Eb. Phys. Prakt. V. Aufl. p. 488, 1904).

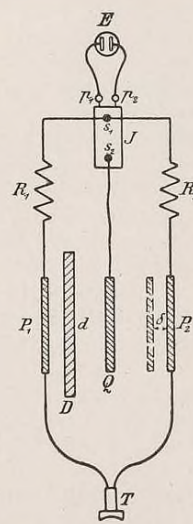
8991. **Glühlampenverzweigungswiderstand**, zu Nr. 8989, allein. Dieser wird gebraucht, wenn man anstatt des Induktors Nr. 8990 einen andern schon vorhandenen kleinen Induktor verwenden will, an welchem kein Verzweigungswiderstand angebracht ist
8992. **Dosentelephon mit Holzkapsel**, zu Nr. 8990
8993. **Trockenelement**, zu Nr. 8990

Apparate
nach
Mk. Pf. Grimshl.

11 —
9 —
2 —

Gebrauchsanweisung zu den Nrn. 8989–8993.

In nebenstehender Figur bedeutet E ein kleines Element, das zum Betriebe des Induktors I dient, es ist also mit den Primärklemmen p_1 und p_2 des Induktors verbunden. Die Sekundärklemme s_1 des Induktors ist mit der Mittelklemme des Verzweigungswiderstandes verbunden, deren einzelne gleiche induktionsfreie und möglichst kapazitätsfreie Einzelwiderstände (bei dem Nernstschen Induktor die beiden Flüssigkeitssäulen, bei der Lampenverzweigung die beiden 220 Volt Glühlampen) durch R_1 und R_2 dargestellt sind. Die beiden Endklemmen des Verzweigungswiderstandes sind mit den Platten P_1 und P_2 des Kondensators verbunden. Die zweite Sekundärklemme s_2 des Induktors steht in Verbindung mit der mittleren Kondensatorplatte Q . Endlich stehen die Außenplatten P_1 und P_2 des Kondensators in leitender Verbindung miteinander durch das zweipolige Telephon T . Bei Gleichheit der Abstände von P_1Q und P_2Q schweigt das Telephon. Bringt man zwischen P_1 und Q oder zwischen P_2 und Q eine Glasplatte D oder eine Hartgummiplatte (siehe auch Fig. 8989), so tönt das Telephon. Das Telephon kommt wieder zum Schweigen, wenn man die Platte P_2 in die punktiert gezeichnete Stellung verschiebt. Die Berechnung geschieht auf folgende Weise: Die Dicke der Platte D sei d , die Platte P_2 werde um die Strecke δ verschoben, um wieder Schweigen des Telephons zu erzeugen. Durch die Platte D wird eine Luftschicht mit der Dielektrizitätskonstanten 1 von der Dicke d ausgeschaltet und durch eine Glasplatte mit der Dielektrizitätskonstanten k von der Dicke d ersetzt. Es ist



also an die Stelle der dielektrischen Schicht d die dielektrische Schicht $\frac{d}{k}$ getreten, dieselbe hat sich also geändert um $d - \frac{d}{k}$. Auf der anderen Seite beträgt die durch Verschiebung δ der Platte P_2 erzeugte dielektrische Aenderung δ , folglich muß sein $d - \frac{d}{k} = \delta$, also ist

$$k = \frac{d}{d - \delta}.$$

Beispiele: 1. Durch Einschieben einer 3 mm dicken Glasplatte zwischen die ungefähr 4 mm voneinander entfernten Platten P_1 und Q entstand ein Ton, der wieder verschwand, als man die Platte P_2 um 2,5 mm verschob. Es war also $d=3$ mm, $\delta=2,5$ mm; also ist

$$k = \frac{3}{3 - 2,5} = 6.$$

2. Eine eingeschobene 2 mm dicke Hartgummiplatte erzeugt einen Ton, der durch die Verschiebung der Platte P_2 um 1,2 mm verschwand. Es war also $d=2$, $\delta=1,2$, folglich

$$k = \frac{2}{2 - 1,2} = 2,5.$$

Durch abwechselndes Einschieben der Platte D zwischen P_1Q oder P_2Q läßt sich der Grad der Genauigkeit des Resultats noch erhöhen. Ebenfalls würde man bei genauerer Einrichtung für die Messung der Plattenverschiebung genauere Resultate erhalten. Hierdurch verliert aber der Apparat an Einfachheit und Uebersichtlichkeit, deshalb ziehe man für Schulzwecke die ungenaueren angenäherten Resultate vor, anstatt den Apparat durch besonderes Beiwerk zu komplizieren, denn der Apparat soll in erster Linie ein Unterrichts- und Demonstrationsapparat sein.

8994. **Wurfapparat zur Erklärung der Begriffe Kraft, Masse und Energie.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 135, 1903.) Der Apparat besteht aus Grundbrett mit Stativ, an dessen oberem Ende eine über einem Gradbogen beliebig fest-

stellbare Federkanone angebracht ist; aus mehreren Pfeilen von verschiedenen Massen, einem Geschöß zum Einfüllen verschiedener Substanzen (Wasser, Schrot, Sand, Kochsalz etc.)

Mk. Pt.

40 —

Die Geschütze werden zweckmäßig kurz vor dem Versuche mit weißer Farbe bestrichen, damit sich die Wurfweiten gut auf die Tischplatte markieren. Die Pistole wird mit einer Elevation von beiläufig 30^0 mit den Bleigeschossen geladen und, nachdem das Geschöß mit etwas weißer Wasserfarbe angestrichen ist, wird die Pistole losgeschossen. Es entsteht auf dem Tische ein weißer Fleck, der durch einen Kreidestrich deutlich sichtbar gemacht wird, und der durch eine beigeschriebene Zahl angibt, welches der Geschosse bis zu dem bezeichneten Punkte geflogen ist. Man kann auch einfach das Geschöß selbst neben den Kreidestrich legen. Die Wiederholung des Schusses beweist, daß dasselbe Geschöß jedesmal bis zu demselben Punkte fliegt. Nun werden dieselben Versuche mit dem Geschöß wiederholt, bei welchem ein oder mehrere Massen von je 25 g aufgeschoben werden können, und jedesmal wird durch beigeschriebene Zahlen angegeben, ein wievielfaches der Masse von 25 g (der vorläufig zugrunde gelegten Masseneinheit) bis zu der betreffenden Stelle geflogen ist. Endlich wird das Einfüll-Geschöß mit verschiedenen Körpern, also Wasser, Schrotkörnern, Sand, Steinchen, Salz oder dergleichen ganz oder teilweise gefüllt, dann wird das Geschöß mit derselben Elevation abgeschossen, und nun wird neben die markierten Einschlagspunkte ein Schälchen gesetzt, in welches die jedesmalige Füllung des Geschosses hineingeschüttet wird. Auf diese Weise erhält man eine größere Zahl von Wurfweiten, von denen mehrere übereinstimmen. Man nennt nun die Körper, welche unter dem Einflusse derselben Bewegungsursache (nämlich der gespannten Pistolenfeder) gleichweit bewegt sind, massengleich. Ein Vergleich der Gewichte massengleicher Körper beweist, daß massengleiche Körper auch gewichtsgleich sind. Es ist nun leicht, zu begründen, daß man denjenigen Körper, der das Gewicht von 1 g hat, als Masseneinheit wählt. Man sieht ferner, daß ein Körper von großer Masse weniger weit fliegt, als ein solcher von kleiner Masse.

Eine Wiederholung der ganzen Versuchsreihe oder eines Teils derselben mit anderen Elevationen der Pistole beweist, daß diejenigen Körper, welche bei der ersten Versuchsreihe massengleich waren, es auch bei der neuen Versuchsreihe sind.

Durch die beschriebene Versuchsanordnung ist es möglich, die Massen der verschiedenartigsten Körper zu vergleichen und bei der Massenvergleiche stets die kinetische Wirkung derselben Bewegungsursache als Merkmal für die Größe der Masse zugrunde zu legen.

Daß man statt der kinetischen Massenvergleiche dann auch die statische Massenvergleiche an die Stelle setzen kann, indem man einfach das Gewicht der Körper zum Vergleich ihrer Massen heranzieht, ist nach der oben gewonnenen Erfahrung, daß massengleiche Körper auch gewichtsgleich sind, berechtigt.

8995. **Doppelgeschütz zur kinetischen Massenbestimmung.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 139, 1903.) Zwei Geschosse von verschiedenen Massen werden durch dieselbe Pulvermenge nach entgegengesetzten Seiten geschossen; die Versuche beweisen, daß das Produkt $m \cdot v$ stets dasselbe ist

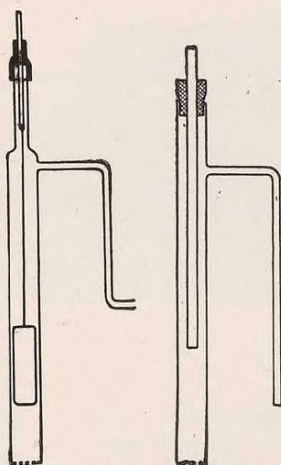
20 —

Das Geschütz wird lose auf einer Holzsäule mit Fuß von 56 cm Höhe aufgestellt. Die Höhe ist so bemessen, daß sich der untere Rand des in das Geschütz eingeführten Geschosses 54,5 cm über der Tischfläche befindet.

Man schüttet in das Geschützrohr, in das man ein Geschöß bis zum Anschlagringe eingesteckt hat, gewöhnliches Jagdpulver und steckt dann ein anderes Geschöß in die freie Geschützöffnung hinein. Der Anschlagring dieses zweiten Geschosses soll jetzt ca. 3—8 mm von der Mündung vorstehen, so daß also eine Pulversäule von 3—8 mm Länge abgeschossen ist. Durch vorsichtiges Ausschütten oder Nachfüllen kann man die Ladung bequem abmessen. Durch Veränderung der Pulverladung kann man die Wurfweite in weiten Grenzen verändern, doch wird man die angegebenen Grenzen innehalten, wenn man erreichen will, daß die Geschosse noch in abmeßbarer Entfernung auf dem Tische niederfallen. Darauf verschiebt man die Geschosse so, daß sie beide ungefähr gleichviel über die Mündung heraustragen, stellt das Geschütz auf die Holzsäule und schüttet einige Pulverkörner auf das Zündloch. Nun richtet man den ganzen, zum Abfeuern bereiteten Apparat so, daß die Längsachse des Tisches mit der Geschützrohrachse parallel ist, und entzündet das Pulver. Die Entzündung geht sehr bequem und sicher, wenn man einen einige Millimeter dicken Eisendraht in der Gasflamme zum Glühen erhitzt und dann mit dem glühenden Draht das Pulver berührt.

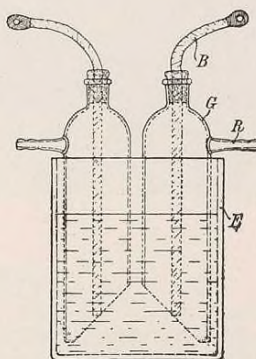
Damit man nach dem Schusse die Wurfweite auf dem Tische bequem erkennen kann, empfiehlt es sich, wie bei 8994, die Geschosse kurz vor dem Abfeuern mit weißer Wasserfarbe zu bestreichen.

Nach jedem Schusse muß das Geschützrohr mit Wasser ausgespült und dann ausgetrocknet werden, damit bei Wiederholung des Versuchs sich die Geschosse ohne große Reibung, die sonst durch den entstehenden Pulverschamm verursacht würde, im Geschützrohr bewegen können. Um die Reinigung bequem und rasch (innerhalb weniger Sekunden) auszuführen, ist ein kleiner Reiniger dem Apparat beigegeben.

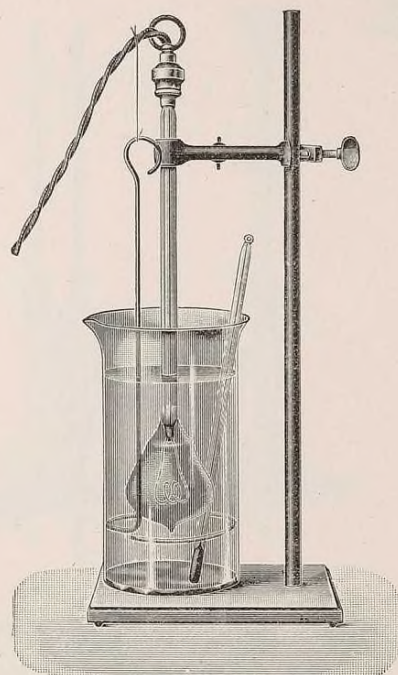


8996 A.

8996 B.



8997.



8999.

8996. **Elektrolytischer Apparat** bestehend aus Standgefäß, 2 Glocken mit Platinelektroden (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI, Fig. 1 u. 2 p. 162, 1903) [Fig. 8996 A $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] und einer Glocke mit Kohlenelektrode. [Fig. 8996 B $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Bei der Elektrolyse werden die beiden Glocken in ein mit dem Elektrolyten gefülltes Standgefäß so hineingestellt, daß die seitlichen Entbindungsrohre mit ihren horizontalen Teilen auf dem oberen Rande des Gefäßes aufliegen. Bei der Elektrolyse chlorfreier Verbindungen benutzt man die beiden Platinelektroden, bei chlorhaltigen Verbindungen als Anode die Kohlenelektrode und als Kathode eine der Platinelektroden. Die an letzterer entwickelten Gase werden in einer pneumatischen Wanne aufgefangen, während das an der Kohlenelektrode entwickelte Chlor in einem offenen aufrechtstehenden Zylinder direkt aufgefangen wird. Der ganze Apparat kann nach Gebrauch leicht auseinander genommen und gereinigt werden.

8997. — für größere Stromstärken und zur Entwicklung großer Gasmengen, mit Bleielektroden. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI, Fig. 3 p. 162, 1903.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]
8998. — mit Kohlenelektroden für Chlorentwicklung. (Ibid.)

Um eine Elektrolyse von Kochsalzlösung vorzunehmen, wird der Strom der elektrischen Zentrale eingeschaltet und durch vorgeschalteten Widerstand bis auf 20 Ampère gebracht (hierbei tritt noch keine schädliche Erwärmung ein). Die Gasentwicklung ist lebhaft und ein kleiner Zylinder von 100 ccm wird in kaum einer halben Minute mit Chlor gefüllt (da man zu den eigentlichen Demonstrationsversuchen mit Chlor zweckmäßig größere Gefäße verwendet, würde also ein Zylinder von 1 Liter Inhalt in etwa 5 Minuten gefüllt werden). Beim Unterbrechen hört auch die Chlorentwicklung auf, so daß man mit einem Handgriffe die Gasentwicklung einleiten oder unterbrechen kann. Leitet man z. B. den Chlorstrom durch ein Glasrohr mit Natrium und erhitzt letzteres, so erhält man eine gleichmäßige, regulierbare, auch zu spektroskopischen Versuchen geeignete Natriumflamme und als Produkt weißes Kochsalz, das sich fast ohne Rückstand in Wasser auflöst.

8999. **Bestimmung des elektrischen Wärmeäquivalentes.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI, Fig. 1 p. 211, 1903, Sonderheft I Fig. 30 p. 43.) Ohne Stativ, Becherglas, Rührer und Thermometer. Bei Bestellung ist die Spannung anzugeben, welche die Glühlampe haben soll. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Läßt man die Glühlampe während einer bestimmten Zeit in dem mit dunkel gefärbtem, ausgekochtem Wasser gefüllten Becherglase brennen, mißt einerseits die Stromstärke und die Spannung, andererseits die Temperaturerhöhung, so läßt sich daraus das elektrische Wärmeäquivalent berechnen. Das Becherglas wird dabei zweckmäßig auf eine Filzunterlage gestellt. Zum Färben des Wassers kann man einige Tropfen Nigrosinlösung benutzen. Zur Be-

Mk. Pf.

14 —

10 —

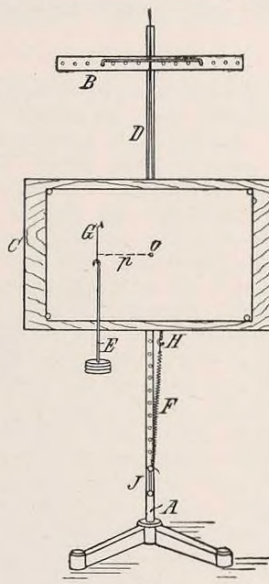
10 —

11 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9000.



9001.

rechnung dient die Formel $K = \frac{Q}{J \cdot V \cdot t}$, wo Q die Wärmemenge, J die am Amperemeter abgelesene Stromstärke, V die mit dem Voltmeter bestimmte Spannung und t die Zeit bedeuten. Die Wärmemenge Q ist dabei gleich dem Wasserwert des Becherglases einschließlich Rührer und Thermometer vermehrt um die Wassermenge, die Summe multipliziert mit der in der Zeit t erhaltenen Temperaturerhöhung.

9000. **Bestimmung des Verhältnisses zwischen Wärmeenergie und Gesamtenergie einer Glühlampe.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI, Fig. 2 p. 213, 1903, Sonderheft I Fig. 31 p. 43. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] Bei Bestellungen ist die Voltzahl anzugeben (maximal 30 Volt) 7

Man füllt das die Glühlampe umgebende Kalorimetergefäß mit ausgekochtem Wasser, bis es eben in das als Thermoskop aufgesetzte enge Glasrohr tritt. Dann läßt man die Lampe brennen und mißt die Zeit, die verstreicht, bis das Wasser von der untern bis zur obern Marke steigt. Wiederholt hat man den Versuch, nachdem man das Kalorimetergefäß mit ausgekochtem, dunkel gefärbtem Wasser gefüllt hat, so findet man durch Vergleich der beiden Resultate das Verhältnis der in Wärme und Licht und der nur in Wärme verwandelten elektrischen Energie. Als Marken benützt man 2 dünne Gummiringe, die man von einem Kautschukschlauch abgeschnitten hat und die man über die Röhre streift.

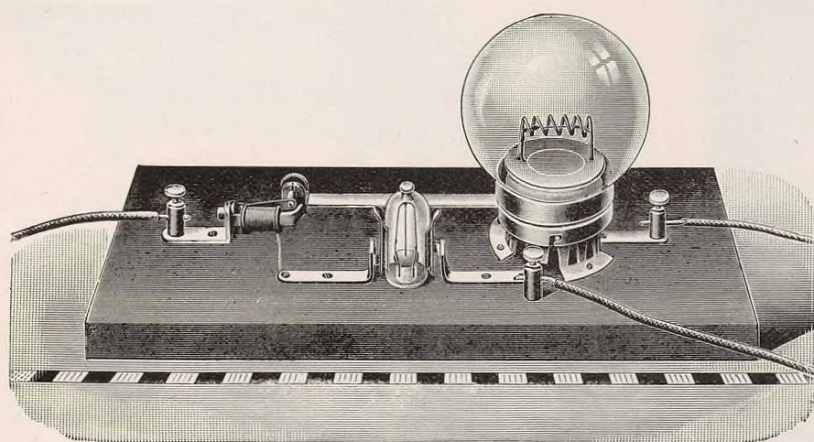
9001. **Apparat zur experimentellen Ableitung des Momentensatzes.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 261, 1903.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] 45

Das Brett C ist um den Punkt O als Achse drehbar. Auf der Achse O sitzt außerdem noch eine Rolle, um welche ein Faden geschlungen ist, der einerseits an der Rolle, andererseits an eine Feder F befestigt ist. Die Feder F kann mit beliebiger Spannung am Stativ A befestigt werden. D ist ein Zeiger, dessen Ausschlag durch B begrenzt werden kann. Auf das Brett wird ein Bogen weißes Papier mit Reißbrettstiften aufgezogen und in einem beliebigen Punkte G ein größerer Reißbrettstift eingesteckt und daran ein Gewicht gehängt. Größe des Gewichtes oder Lage des Stiftes werden nun variiert bis der Zeiger D genau lotrecht steht, die Lage des Fadens auf dem Papier aufgezeichnet, das Gewicht dazu geschrieben und das Lot von O aus auf die Gerade GE gezogen. Wiederholte Versuche lassen dann erkennen, daß die Produkte aus Kraft $\times$ Hebelarm gleich sind.

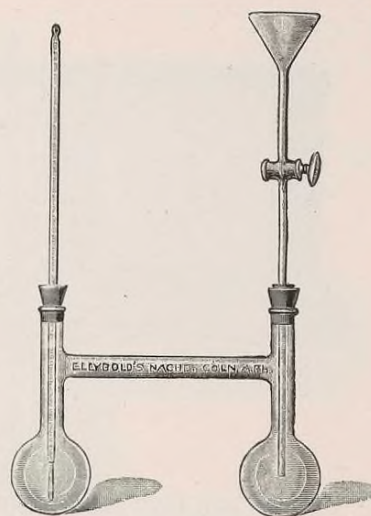
9002. **Demonstrations-Nernstlampe.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 263, 1903; Sonderheft I Fig. 25 u. 26 p. 34.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] 24

Verbindet man die Klemme links mit dem positiven, die Klemme rechts mit dem negativen Pole einer Gleichstromanlage — bei Wechselstrom ist natürlich die Wahl der Klemmen gleichgiltig —, so durchfließt der Strom zunächst den Anker des Elektromagneten und die Vorwärmespirale. Sobald nun durch die ausgestrahlte Wärme der eigentliche Nernstkörper (das die Achse bildende Röhrchen) erhitzt ist, so wird er zum elektrischen Leiter und der Strom kann nun durch den Schenkel des Elektromagneten und den Vorschaltwiderstand

Mk. Pf.



9002.



A

9003.

B

durch den Nernstkörper gehen. Letzterer kommt zum lebhaften Weißglühen. Gleichzeitig wird aber auch der Anker des Elektromagneten angezogen, wodurch der erstgenannte Stromkreis (der Vorwärmestromkreis) ausgeschaltet wird. Die Spannung des Vorschaltwiderstandes (z. B. 15 Volt) + der Spannung des Brenners (z. B. 95 Volt) ist gleich der Betriebsspannung (z. B. 110 Volt) um diese Spannungen messen zu können, ist zwischen Vorschaltwiderstand und Glühkörper eine dritte Klemmschraube angebracht. Bei Bestellung ist uns die Stromart und die Spannung anzugeben; bei Wechselstrom außerdem die Periodenzahl.

9003. **Kryophor** zur bequemen Demonstration des Siedens bei niedriger Temperatur und bei niedrigem Druck und des Gefrierens des Wassers durch Verdunstung. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 276, 1903.)

Dieser Kryophor zeichnet sich besonders dadurch aus, daß er vor den Augen der Schüler mit Wasser gefüllt und ausgekocht wird. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] . .

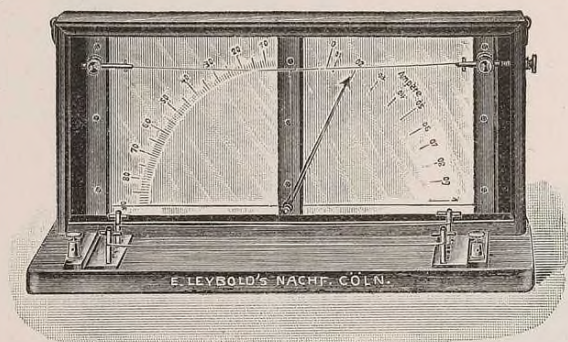
Zur Ausführung der Versuche über das Sieden bei niedriger Temperatur wird das Doppelgefäß mit dem horizontalen Verbindungsrohr in ein Bunsen-Stativ geklemmt und zwar so hoch, daß die klein gehaltenen Flammen zweier Bunsenbrenner den Boden der beiden Gefäße gleichmäßig erhitzen, nachdem man beide Gefäße zu ungefähr der Hälfte mit destilliertem (nicht kalkhaltigem) Wasser gefüllt hat. Es ist empfehlenswert, in das Wasser des Gefäßes A zur Verhinderung des Siedeverzuges ein Ende Draht oder etwas groben Sand hineinzutun. Darauf wird das Wasser in beiden Gefäßen durch die untergesetzten Bunsenflammen zum lebhaften Sieden gebracht. Dabei sitzen die beiden Gummikorken ganz lose auf den Flaschenhälsen, so daß die entwickelten Wasserdämpfe bequem entweichen und auch alle in den Gefäßen enthaltene Luft mitreißen können. Nachdem ungefähr die Hälfte des Wassers in beiden Gefäßen verdampft ist, schließt man zuerst den Stopfen in A und treibt dadurch auch die letzten Spuren Luft aus dem Verbindungsrohr, darauf wird auch der Stopfen in B festgeklemmt und einen ganz kurzen Moment der Dampf durch das Hahnrohr bei geöffnetem Hahn geleitet, damit auch hieraus die Luft entfernt wird. Das darf man aber nicht so lange tun, bis die Hahnschmiere im Hahn völlig flüssig wird, da es sonst ganz unmöglich ist, auch beim besten Hahnschliff, den Hahn dicht zu halten. Nunmehr schließt man den Hahn und entfernt beide Flammen am einfachsten dadurch, daß man das ganze Stativ mit dem Kryophor von den Flammen zurückschiebt. Nun ist der Apparat für die folgenden Versuche vorbereitet:

Sieden bei niedriger Temperatur. Läßt man den Apparat an der freien Luft sich abkühlen, so siedet das Wasser in beiden Gefäßen immer noch fort, während man am Thermometer die niedrige Temperatur abliest. Taucht man das Gefäß B in kaltes Wasser, indem man von unten her ein Becherglas mit kaltem Wasser so in die Höhe hebt, daß B eintaucht, so hört das Sieden in B auf, während es in A stürmisch erfolgt, wobei gleichzeitig ein rasches Fallen des Thermometers eintritt. Kühlt man in derselben Weise A ab, so siedet das Wasser in B, während gleichzeitig in A das Thermometer sinkt. Das lebhaftes Sieden hört auf, wenn das Thermometer etwa 30° zeigt. Manchmal gelingt es dann noch durch Aufgießen von Schwefeläther ein erneutes Sieden hervorzurufen, besonders wenn man mit einem harten Gegenstand gegen die Glaswand (nicht zu kräftig) schlägt. Man kann noch bei 15° lebhaftes Aufwallen erhalten, doch gelingt das nicht immer. Daß aber auch bei noch niedrigerer Temperatur Dampfentwicklung und Destillation eintritt, kann man zeigen, wenn man alles Wasser durch Neigen des Apparates in das Gefäß A bringt und durch vorsichtiges Erwärmen des Gefäßes B das Gefäß auch im Innern vollständig trocknet. Wenn

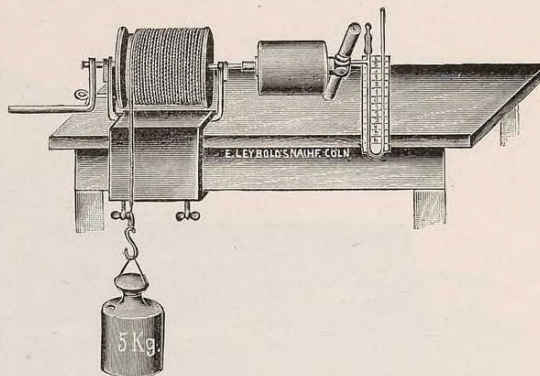
Mk. Pf.

10 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9004.



9005.

man dann einige Tropfen Aether auf *B* tröpfelt, kondensieren sich sofort die Dämpfe hierin, und das kondensierte Wasser sammelt sich am Boden von *B*, während das Thermometer in *A* sinkt.

Gefrieren des Wassers durch eigene Verdunstung. Nachdem man aus *B* alles Wasser nach *A* gebracht hat, und nachdem das Thermometer in *A* zeigt, daß hier das Wasser auf Zimmertemperatur abgekühlt ist, füllt man den Trichter auf dem Hahnrohr mit konzentrierter Schwefelsäure. Etwaige unterhalb des Trichters oberhalb des Hahnes sitzende Luftblasen entfernt man durch Klopfen oder dadurch, daß man von oben her ein dünnes Glasstäbchen (durch Ausziehen eines Glasrohres erhalten) in das Rohr führt. Hiernach öffnet man den Hahn recht vorsichtig und gießt in demselben Maße, wie die Schwefelsäure unten nach *B* tropfenweise fließt, oben frische Schwefelsäure nach, bis das Gefäß *B* bis ungefähr ein Drittel gefüllt ist. Darauf schließt man den Hahn wieder. Man beobachtet schon bei ruhigem Stehen des Apparates ein weiteres Sinken der Temperatur in *A*. Wenn man aber den Apparat aus dem Stativ herausnimmt und schüttelt, so daß die Glaswände von *B* völlig mit Schwefelsäure bedeckt sind, so sinkt das Thermometer innerhalb einer halben Minute bis auf Null. Gewöhnlich sinkt es sogar noch bis auf 5–6 Grad unter Null, worauf eine plötzliche Eisbildung im ganzen Gefäße *A* erfolgt, während das Thermometer bis auf Null steigt. Gleichzeitig mit dem Sinken der Temperatur in *A* erfolgt eine durch die Kondensation des Wassers in *B* und die Verbindung des Wassers mit der Schwefelsäure in *B* verursachte starke Erwärmung in *B*, welche man am bequemsten durch das Gefühl nachweisen kann.

Bemerkt mag noch werden, dass man vor Einfüllen der Schwefelsäure das starke Anschlagen des Wassers an die Gefäßwände (Wasserhammer) wegen des fehlenden elastischen Luftpolsters zeigen kann.

9004. **Hitzdrahtgalvanometer** mit Nebenschlüssen. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 282, 1903.)

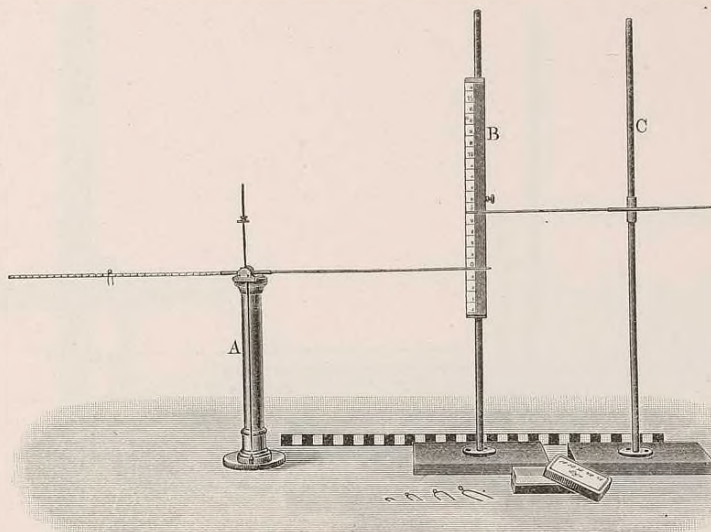
Nicht nur als Modell eines Hitzdrahtmeßinstrumentes, sondern auch für Schülerübungen ist dieser Apparat sehr zu empfehlen. Die Skalen (Gradskala und Ampère- bzw. Volt-Skala) können leicht durch neue ersetzt werden. Die 5 Nebenschlüsse (2 mit 1 Draht und je 1 mit 2, 5, 10 Drähten werden in 2 mit dem eigentlichen Meßdraht verbundene Schienen gesteckt; bei Nichtgebrauch steckt man sie in Vertiefungen auf der Rückseite des Brettes. Der Zeiger spielt sowohl über der linken wie über der rechten Skala, je nach der Stellung, die ihm anfangs gegeben wird. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Um den Apparat als Messinstrument zu gebrauchen oder ihn zur Uebung durch einen Schüler eichen zu lassen, reguliert man zunächst die Schraube rechts so, daß der Zeiger etwa einen Winkel von 12° mit der Normalen bildet und schaltet ihn nun in den Stromkreis einiger Akkumulatoren, eines passenden Widerstandes und eventuell eines genauen Ampère- bzw. Voltmeters. Bei Verwendung von Nebenschlüssen ist die durch den Hitzdraht gehende Stromstärke gleich der Gesamtstromstärke dividiert durch die Anzahl der Drähte (inkl. Meßdraht). Die beigegebenen Nebenschlüsse gestatten den Meßbereich zwischen dem 1- und dem 20-fachen der ohne Nebenschluß geeichten Skala zu vergrößern.

9005. **Apparat für das mechanische Wärmeäquivalent.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 290, 1903; Phys. Ztschr. IV p. 568, 1903.)

Am Experimentiertisch wird eine Holzspule durch 2 Klemmschrauben befestigt; um diese Holzspule ist ein Seil gewickelt, an dessen Ende ein 5 kg

Mk. Pf



9006.

Gewicht hängt. Durch Lösen des Arretierstiftes fängt das Gewicht an zu fallen und bringt die Holzspule dadurch zur Rotation. Auf der horizontalen Achse der Holzspule sitzt außerdem das Reibungsgefäß aus Kupfer, in dessen Inneres ein Kupferkonus durch einen hölzernen Handgriff so kräftig gedrückt wird, daß das Gewichtsstück bis zur Fußbodenhöhe herabsinkt, hier jedoch fast ohne lebendige Kraft ankommt. Ein Luftthermometer, dessen Thermometergefäß in dem Kupferkonus befestigt ist, mißt die Temperatur, während die Arbeit durch das Produkt aus dem Gewicht mal dem Fallraum (ca. 80 cm) berechnet wird. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Zum Füllen des Manometers wird am zweckmäßigsten durch Ketonblau gefärbter Alkohol verwendet.

Der thermometrische Skalenwert des Manometers und der kalorische Wasserwert des Kupferkonus wird ein für allemal auf folgende Art bestimmt:

Man bringt dazu den hohlen Kupferkonus in ein mit Wasser gefülltes Becherglas, während das Manometer sich außerhalb des Becherglases befindet. Nun erwärmt man das Wasser im Becherglase durch einen untergesetzten Brenner langsam und beobachtet bei verschiedenen Temperaturen den Stand des Manometers. Dabei genügt es, nur den Stand der Flüssigkeit in dem einen, z. B. dem äußeren Schenkel des Manometers zu notieren. Aus den beobachteten Temperaturdifferenzen und den gleichzeitig beobachteten Ständen der Flüssigkeitssäule im Manometer läßt sich dann der Temperaturwert eines Skalenteils unmittelbar berechnen. Der Wasserwert des Kupferkonus wird am einfachsten aus der Masse des Konus und der spezifischen Wärme des Kupfers berechnet. Der Wasserwert der im Kupferkonus eingeschlossenen Luft kann ohne Bedenken vernachlässigt werden, da er innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

9006. Polwage zur Bestimmung der Polstärke von Magnetnadeln (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 334, 1903), bestehend aus der eigentlichen Polwage A, dem Vertikalmaßstab B, dem Stativ für die abstoßende Magnetnadel C und einem Satz kleiner Reitergewichte. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Als Magnetnadeln werden Stricknadeln verwandt, die möglichst gleichartig und gleichmagnetisch sind. Man erreicht die gleiche Magnetisierung am leichtesten, indem man die Nadeln gleichzeitig in eine vom Strome durchflossene längere Drahtspirale steckt und dann die Stromstärke allmählich unter Anwendung eines Kurbelrheostaten oder eines Flüssigkeitswiderstandes bis auf Null sinken läßt. Läßt man die so magnetisierten Stricknadeln einige Tage unbeeinflusst von weiteren magnetischen Kräften liegen, so erreichen sie alle nahezu denselben Zustand der magnetischen Sättigung.

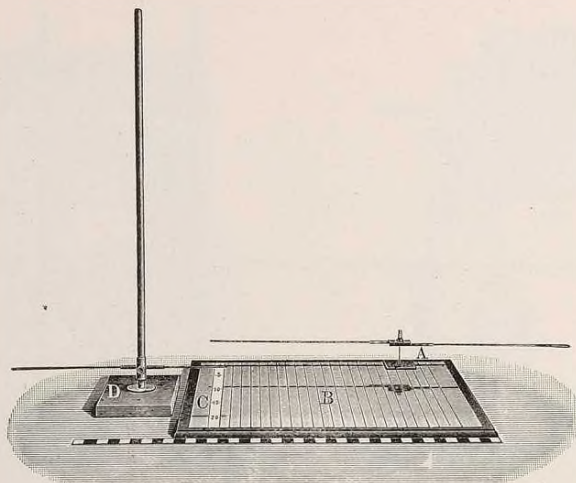
Nachdem man die Lage der Pole der beiden Stricknadeln nach irgend einer Methode, z. B. durch die Darstellung der Kraftlinien auf einem über die Stricknadeln gelegten Papier mittelst Eisenpulver bestimmt hat, steckt man die eine Stricknadel in die Polwage und stellt unter Benutzung der excentrischen Scheibe und des Balanciergewichtes Gleichgewicht her. Dann stellt man hinter den freien Pol dieser Stricknadel den Vertikalmaßstab und verschiebt den Maßstab am Stativ so, daß der Pol gerade vor dem Nullpunkte der Teilung liegt.

Mk. Pf.

70 —

58 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9007.

Dann stellt man das mit der festen Nadel versehene Stativ *C* so auf, daß das gleichnamige Polende der Nadel einige Zentimeter über dem beweglichen Pole steht. Die bewegliche Nadel senkt sich und wird dann durch ein Reitergewicht, das auf das Reiterlineal gesetzt wird, wieder ins Gleichgewicht gebracht. Nun kann man am Vertikalmaßstabe die Entfernung der abgestoßenen Pole ablesen und kann aus der Größe des Reitergewichtes und dem angewandten Hebelarme die abstoßende Kraft bestimmen, wenn man außerdem die Entfernung des freien Poles vom Drehpunkte kennt. Aus diesen Angaben wird nach dem Coulomb'schen Gesetze das Produkt der beiden Polstärken $m_1 m_2$ berechnet. Da man die Entfernung der beiden Pole innerhalb weiter Grenzen variieren kann, so hat man für die Beobachtung und Berechnung des Produktes eine beliebig große Anzahl von Werten. Nun stellt sich aber heraus, daß diese Werte nur innerhalb der Grenzen von 6—15 cm Abstand der Pole übereinstimmen. Für geringere Entfernungen sowohl wie für größere Entfernungen werden die Werte zu klein.

9007. **Polwage zur Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 337, 1903.) Bestehend aus einem Spiegel *B* mit Millimeterteilung *C* und einer Anzahl Linien, von denen die einen parallel, die andern senkrecht zum Meridian gestellt werden und einem kleinen Stativ mit einer aus einem Stahl- und einem Messingdraht bestehenden Nadel. Benötigt, aber nicht mitgeliefert wird ferner das mit *D* bezeichnete bei der vorigen Nummer unter *C* erwähnte Stativ. [Fig. 1/7 nat. Gr.]

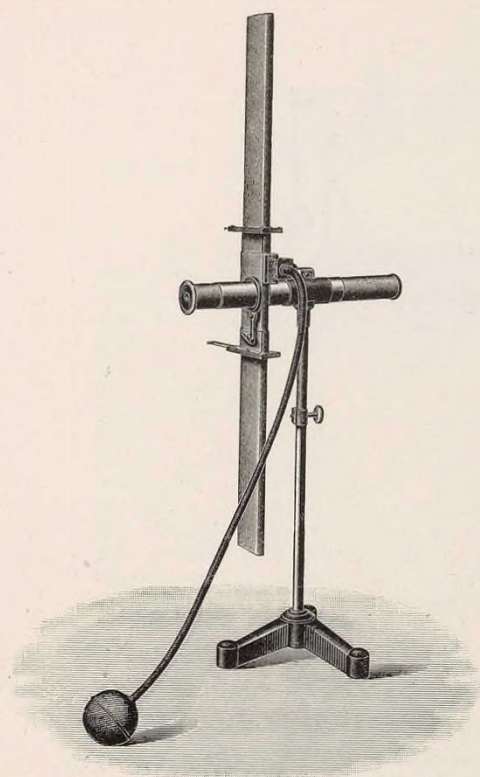
Man stellt die auf der Spitze schwebende Stricknadel mit dem Nadelstativ *A* so auf den auf dem Tisch liegenden Spiegel *B*, daß die Stricknadel gerade über der senkrecht zu den magnetischen Meridianlinien liegenden Linie so schwebt, daß der freie, also nicht am Hütchen liegende Pol genau über dem Nullpunkt der Teilung ist. Dann dreht man den Spiegel mit der auf ihm stehenden Nadel auf dem Tische, bis die frei schwebende Nadel genau mit einer der Meridianlinien zusammenfällt. Darauf bringt man die Nadel durch die im Stativ *D* befindliche Nadel mit ihrem gleichnamigen Pole aus der bisherigen Gleichgewichtslage und lenkt sie um 90° ab, d. h. so weit, daß ihr freier Pol über dem Nullpunkte der Millimeterteilung *C* ruht. Endlich liest man die Entfernung des ablenkenden Poles an der Millimeterteilung *C* ab. Der Spiegel gestattet, die Ablesung ohne Parallaxe vorzunehmen.

Ist die Polstärke der ablenkenden Stricknadel m_1 , die der abgelenkten Nadel m_2 , und ist die auf dem Maßstab abgelesene Entfernung der beiden Pole r , so beträgt die abstoßende Kraft $K_1 = \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Andererseits wird der freie Pol m_2 der drehbaren Nadel durch das erdmagnetische Feld, dessen Horizontalintensität H beträgt, in entgegengesetzter Richtung gezogen mit der Kraft $K_2 = m_2 \cdot H$. Da die beiden Kräfte K_1 und K_2 gleich sind, so folgt hieraus $m_2 H = \frac{m_1 m_2}{r^2}$, also $H = \frac{m_1}{r^2}$. Die Polstärke m_2 der abgelenkten Nadel braucht demnach nicht bekannt zu sein.

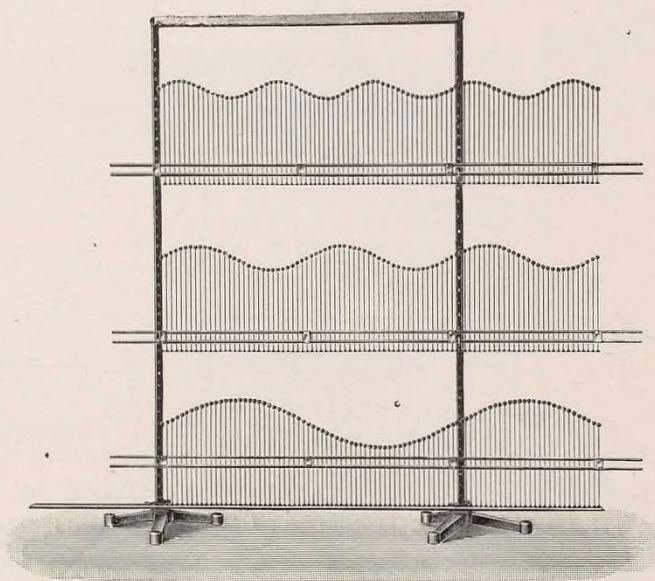
Die Bestimmung von H ist überaus einfach, wenn man m_1 kennt. Die Wirkung des Erdmagnetismus auf den zweiten Pol der drehbaren Nadel kommt gar nicht in Betracht, weil derselbe unmittelbar neben der Nadelachse liegt. Aus diesem Grunde tritt auch hier nicht das magnetische Moment, sondern nur die Polstärke des einen Poles in die Rechnung ein.

Mk. Pf.

72 —



9008.



9009.

9008. **Apparat zur Analyse der Schwingungen.** (Verhdlgn. d. D. phys. Ges. V p. 303, 1903; Phys. Ztschr. IV p. 748, 1903; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 33, 1904.)

Ein astronomisches Fernrohr ist auf einem Stativ befestigt. An der Stelle des reellen Bildes besitzt dieses Fernrohr eine Öffnung. Über und unter dieser Öffnung ist je eine photographische Kassette für 3 cm breite Platten angebracht. Ein Druckball gestattet die Platte aus der oberen Kassette durch das Fernrohr in die untere Kassette zu bringen. Auf diese Weise lassen sich die Löcher von sich drehenden Sirenenscheiben, schwingende Stimmgabeln und Saiten, Entladungen von Induktorien und Leydnerflaschen, der singende Lichtbogen u. s. w. bequem photographieren. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Um mit dem Apparate Beobachtungen zu machen, stellt man zuerst das Okular des Fernrohres so ein, daß man das Korn einer in die Hülse eingesetzten Mattscheibe oder die Zeichnung eines eingesetzten photographischen Negativs oder Diapositivs möglichst scharf sieht. Zur Einstellung eignet sich gut ein altes photographisches Negativ, auf dessen Schicht man mit einem scharfen Messer einige feine Striche gezogen hat. Dann stellt man das Objektiv, ohne das Okular zu verschieben, scharf auf den zu beobachtenden Gegenstand, also in dem oben beschriebenen Falle die Löcherreihe der Sirenenscheibe, ein, nachdem man die beiden Kassetten, die obere mit Platte versehen, eingesetzt hat. Jetzt ist der Apparat zur Aufnahme bereit. Man setzt die Sirenenscheibe in Bewegung und drückt in dem Augenblicke, wo der erzeugte Ton die verlangte Höhe hat, auf den Ball. Die Aufnahme ist vollendet, und nach Entwicklung der Platten kann man die kurzen Striche zählen, die der regelmäßig unterbrochene Lichtstrahl auf der Platte hervorgebracht hat. Um die Fallzeit der Platte zu bestimmen, wiederholt man den Versuch mit einer zweiten photographischen Platte, auf der man die Schwingungen einer Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl photographisch fixiert.

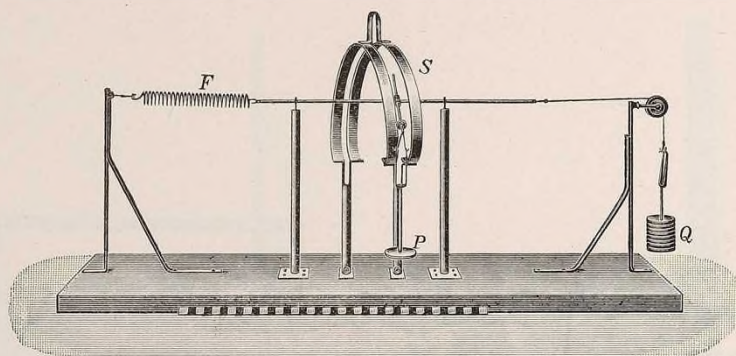
9009. **Wellenmaschine.** (Verhdlgn. d. D. Phys. Ges. V p. 310, 1903; Phys. Ztschr. IV p. 750, 1903; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 34, 1904.)

Diese Wellenmaschine ist eine modifizierte Pfaundler'sche Maschine (unser Hauptkatalog Nr. 1160 p. 170) und gestattet wie diese die Synthese der Schwin-

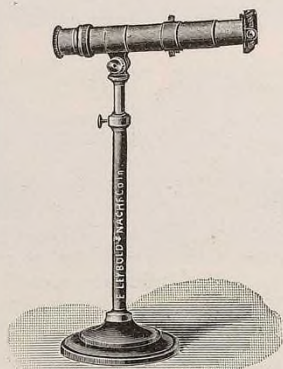
Mk. Pl.

88 —

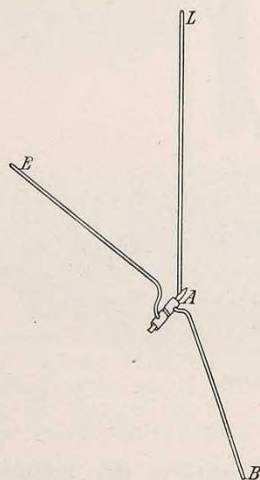
Apparate
nach
Grimsehl.



9010.



9011.

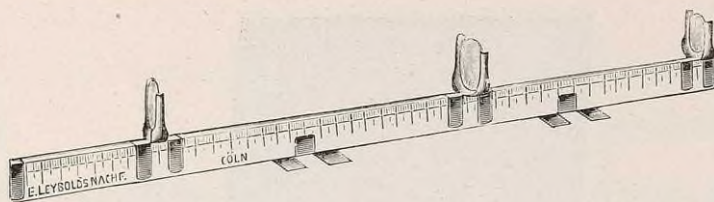


9012.

- gungen. Beigegeben sind die nötigen Stäbe für eine sinusförmige Welle und für ihre beiden ersten Obertöne. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr. p. 933]
9010. **Schraubenmodell.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 133, 1904.) Einerseits läßt sich Ganghöhe und Ganglänge der Schraube *S* messen, anderseits läßt sich die Last *Q* bestimmen, welche die Feder *F* ebenso stark spannt als dies durch Bewegung der Last *P* auf der Schraubenlinie *S* der Fall ist. Der aus Ganghöhe und Ganglänge berechnete und der gemessene Wert von *P* durch *Q* müssen einander gleich sein. [Fig. $\frac{1}{9}$ nat. Gr.]
9011. **Apparat zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichts.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 135, 1904; W. D. p. 448, Anm.) Das Rohr des Apparates enthält einen Spalt, einen Draht und eine in $\frac{1}{10}$ mm geteilte Skala, sowie die nötigen Linsen zur Vergrößerung dieser Skala. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 933]
- Man richtet das Rohr auf eine hell leuchtende Fläche (Himmel, Auerbrenner etc.) und stellt zunächst das Okular so ein, daß die Skala scharf erscheint, dann reguliert man Spaltlage und Spaltbreite so, daß in der Mitte der Skala das Beugungsbild des Drahtes erscheint. Endlich verschiebt man die den Draht tragende Hülse, bis 2 Beugungsstreifen genau mit 2 Strichen der Millimeterteilung sich decken. Aus der Drahtdicke, dem Abstand zweier Beugungsstreifen und dem Abstand des Drahtes von der Skala läßt sich die Wellenlänge des Lichtes berechnen.
9012. **Apparat zur Bestimmung des Brechungsexponenten des Wassers.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII, Fig. 3 u. 4 p. 204, 1904.)

Der Draht *L* stellt das Einfallslot dar, die um die Achse *A* mit Reibung drehbaren Drähte *E* und *B* den einfallenden bez. gebrochenen Strahl. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Mk.	Pf.
175	—
65	—
60	—
3	—



9013.

Man stellt ein größeres Glasgefäß, z. B. ein Akkumulatorengefäß auf einen Schemel dicht unter eine Tischkante, damit das Glasgefäß im Schatten des Tisches, also im Halbdunkel steht. Nachdem man das Glasgefäß bis nahe an den Rand mit Wasser gefüllt hat, wird der dreifache Draht in ein Bunsenstativ, das passend auf dem Tische steht, so festgeklemmt, daß die Achse A genau in der Höhe des Wasserspiegels liegt. Dann richtet man den Draht L durch Drehung in der Stativklemme so, daß das Spiegelbild von L in die Verlängerung von L selbst fällt, daß also L senkrecht zur Wasseroberfläche steht. Hierauf richtet man die Drähte E und B so, daß sie, wenn man durch die Wasseroberfläche in das Wasser blickt, scheinbar eine gerade Linie bilden. In Wirklichkeit hat dann B eine gegen E veränderte Richtung, wovon man sich durch Hindurchsehen durch eine Seitenwand des Gefäßes leicht überzeugen kann. Nun nimmt man, ohne an der Stellung der Drähte etwas zu verändern, den dreifachen Draht aus dem Wasser heraus und bestimmt den Einfallswinkel und Brechungswinkel durch Messen mit dem Transporteur. Nachdem man eine größere Zahl von Einzelbeobachtungen ausgeführt und die Werte in eine Tabelle eingetragen hat, schlägt man die Sinusfunktionen der beobachteten Winkel auf und berechnet hieraus den Brechungsexponenten durch Division der entsprechenden Werte. Aus den erhaltenen Resultaten und ihren Abweichungen hat man ein Urteil über die Genauigkeit der beobachteten Werte und der Beobachtungsmethode.

9013. Einfache optische Bank, hauptsächlich für Schülerübungen. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII, Fig. 4—6 p. 206, 1904.) 1 m lang auf Füßen, nebst 3 Haltern für Linsen und 1 Halter mit Mattglasscheibe. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

8 —

Zur Ausführung der Uebungen läßt man die Schüler zwei Linsenfassungen auf das mit den Füßen versehene Meterlineal beliebig aufsetzen und nach beliebiger Wahl Konvexlinsen aus dem Linsenkasten einsetzen. (Fig. 9013 zeigt die Versuchsanordnung mit 3 zu einem terrestrischen Fernrohr zusammengesetzten Linsen.) Dann verschieben die Schüler die beiden Linsen so lange gegeneinander, bis sie durch das offene Fenster durch das improvisierte Fernrohr hindurchsehend einen fernen Gegenstand als klares, umgekehrtes Bild erkennen. Es notieren sich nun die Schüler die Dioptriennummern von Objektiv und Okular, bestimmen mit einer Reziprokentafel die reziproken Werte, also die Brennweiten der Linsen, und schreiben dazu erstens den am Meterlineal abgelesenen Abstand der Linsen und zweitens die Notiz, ob das Bild vergrößert oder verkleinert ist. Letzteres lernen sie leicht bestimmen, indem sie gleichzeitig mit dem einen Auge den Gegenstand durch das Fernrohr und mit dem anderen Auge den Gegenstand direkt betrachten und dessen Größe vergleichen.

Aus einer größeren Zahl von Beobachtungen mit Linsen verschiedener Brennweiten finden die Schüler leicht die Beziehung heraus, daß die Entfernung der Linsen gleich der Summe der Brennweiten ist, und daß sie ein vergrößertes Bild bekommen, wenn die Brennweite des Objektivs größer ist als diejenige des Okulars, ein verkleinertes Bild dagegen, wenn das Objektiv eine kleinere Brennweite hat, als das Okular. Diejenigen Schüler, welche die Vergrößerungszahlen haben bestimmen können, finden ebenfalls den Quotienten der Brennweiten mit der Vergrößerungszahl übereinstimmend.

Die Herstellung eines Galilei'schen Fernrohres geschieht in derselben Weise mittels eines beliebig gewählten konvexen Objektivs und eines konkaven Okulars.

Auch die Zusammensetzung eines terrestrischen Fernrohres und eines Mikroskops läßt sich leicht bewerkstelligen.

Als Mikroskopobjekt wählt man passend eine kreisförmige Pappscheibe mit aufgezeichneter Millimeterteilung von der Größe der Linsen, damit man dieselbe in eine Linsenfassung einsetzen und auf das Meterlineal aufsetzen kann.

Bei diesen Uebungen tritt außer anderen Beziehungen auch die Wirkung der sphärischen Abweichung (besonders beim Mikroskop) und der achromatischen Abweichung (besonders beim terrestrischen Fernrohr) vor Augen. Es bietet sich also eine günstige Gelegenheit, auf die Notwendigkeit der beiden Linsenkorrekturen aufmerksam zu machen.

Für einfache Schulverhältnisse gestattet der beschriebene Apparat auch die objektive Darstellung der bei den optischen Instrumenten stattfindenden Vorgänge. Zu dem Zwecke sind 2 Mattscheiben ebenfalls für den Apparat hergestellt.

9014. Linsenkasten, 30 nach Dioptrien geordnete Brillengläser. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII, Fig. 7 p. 206, 1904.) Diese Linsen passen zu den Nr. 9013, 9023 und 9034. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr. p. 936]
9015. — mit 8 Linsen

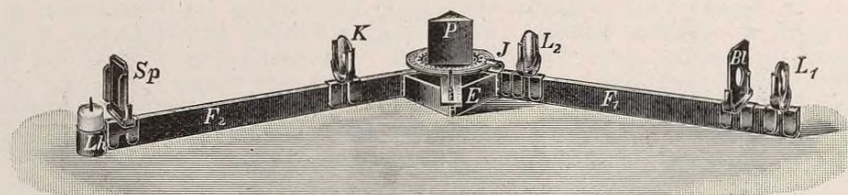
36 —

11 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9014 Siehe p. 935.



9016.

9016. Einfaches Goniometer und Spektralapparat. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII, Fig. 9—11 p. 207—208, 1904.) Teilkreis aus Metall. [Fig. 1/7 nat. Gr.] Ohne Prisma u. Linsen

Bei der Verwendung dieses Apparates als Reflexgoniometer geschieht die Einstellung der Linsen genau so, wie es die Figur zeigt; die Messung des Reflexionswinkels geschieht dann nach einer der bekannten Methoden.

Die Benutzung des Spektralapparates geschieht in bekannter Weise, indem man zuerst die Blende *Bl* mit dem Faden so lange verschiebt, bis das Bild des Fadens scharf wird. Dann verschiebt man das Objektiv *L*₂ so lange, bis man durch *L*₁ und *L*₂ blickend einen fernen Gegenstand scharf sieht. Nun bringt man die Arme *F*₁ und *F*₂ in gerade Linie, zündet das Stearinlicht in *Lh* an, öffnet den Spalt bis ungefähr 0,5 mm Weite und verschiebt *K* so lange, bis man durch das Fernrohr *L*₁ *L*₂ sehend ein scharfes Bild des Spaltes bekommt. Nachdem man den Objektisch und den Stahlstift an seine Stelle gebracht hat (das kann auch schon vorher geschehen), setzt man den ganzen Apparat flach auf den Tisch, so daß der Lichthalter *Lh* noch über die Tischkante ragt, damit man das im Lichthalter steckende Stearinlicht bequem in die richtige Höhenlage bringen kann. Dann stellt man das Prisma *P* in ungefähr symmetrischer Stellung auf den Objektisch, was man leicht dadurch bewerkstelligen kann, daß die brechende Kante des Prismas auf der einen eingritzten Nute steht und die beiden anderen Kanten des Prismas ungefähr auf entsprechende Stellen des Teilkreises zeigen. Blickt man darauf durch das Fernrohr *L*₁ *L*₂ und dreht dasselbe gleichzeitig nach links, so kommt das Spektrum oder bei starker Dispersion des Prismas ein Teil desselben in das Gesichtsfeld. Jetzt regelt man die Stellung des Prismas auf das Minimum der Ablenkung und stellt genau den vertikalen Faden durch Drehung des Armes *F*₁ auf den zu beobachtenden Teil des Spektrums ein. Am Index *I* wird der halbe Ablenkungswinkel $\frac{1}{2}\delta$ abgelesen. Diesen halben Ablenkungswinkel benutzt man dann zur Berechnung des Brechungsverhältnisses nach der Formel $n = \frac{\sin(\frac{1}{2}\varphi + \frac{1}{2}\delta)}{\sin \frac{1}{2}\varphi}$, wo φ

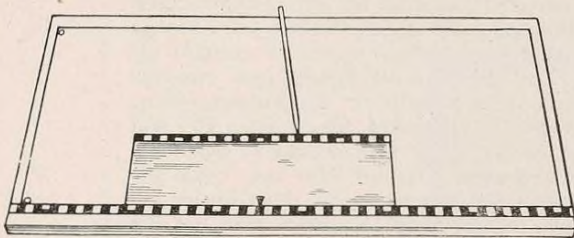
der brechende Winkel des Prismas ist. Der Arm *E* mit dem Schlitz und der in die hohle Achse des Gelenks gesetzte Stahlstift sorgen dafür, daß die minimale Ablenkung für jeden beobachteten Teil des Spektrums automatisch eingestellt wird.

Erwähnt mag noch werden, daß man den Apparat im halbverdunkelten Zimmer auch zu objektiven Messungen verwenden kann, indem man die Blende *Bl* ersetzt durch einen weißen Schirm, der in der Mitte einen vertikalen schwarzen Strich trägt. Auf diesem Schirm erscheint das Bild des Spaltes, sowie auch des Spektrums mit durchaus hinreichender Schärfe und Helligkeit trotz der einfachen Lichtquelle einer Stearinkerze.

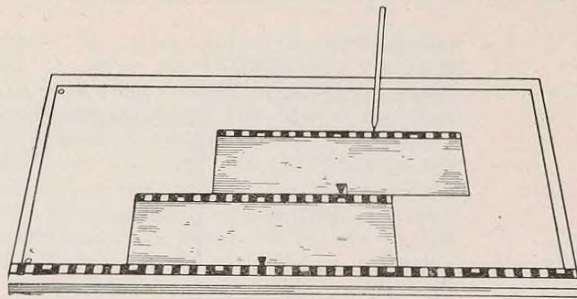
Zur Untersuchung der Emissionsspektren wird durch den unten offenen Lichthalter *Lh* eine Bunsenflamme mit dem entsprechend befeuchteten Platindraht oder Asbestfaden gebracht. Die Absorptionsspektren werden durch Zwischenschalten des zu untersuchenden absorbierenden Mediums an irgend einer Stelle des Strahlenganges hervorgebracht, am bequemsten, indem man das Medium, z. B. die farbige Glasplatte oder Gelatinefolie in einen Linsenhälter gesteckt, auf den Arm *F*₁ oder *F*₂ setzt.

Mk. Pf.

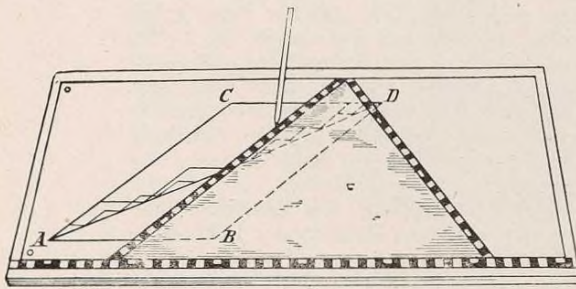
50 —



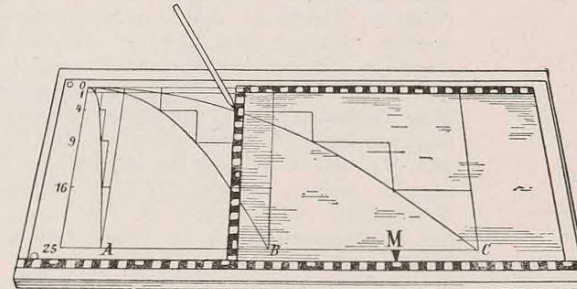
9017 A.



9017 B.



9017 C.



9017 D.

9017. **Parallelogramm der Bewegungen.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 257, 1904.) Bestehend aus dem Brett A [Fig. 9017 C $\frac{1}{8}$ nat. Gr.], den beiden rechteckförmigen Glasplatten (Fig. A und B), 2 dreieckförmigen (Fig. C) und einer großen, rechteckförmigen Glasplatte (Fig. D). Fig. A zeigt die Zusammensetzung von gleich oder entgegengesetzt gerichteten Bewegungen; Fig. B zeigt die Zusammensetzung von 3 Bewegungen, indem sich die untere Glasplatte zum Brett, die obere Glasplatte zur unteren und der Bleistift zur oberen Platte bewegen läßt. Fig. C zeigt die Darstellung zweier Bewegungen, die miteinander einen Winkel bilden; Fig. D die Zusammensetzung einer gleichförmigen Bewegung mit einer ungleichförmigen Bewegung (Wurfbewegung)

1. Versuch. Zusammensetzung von gleich- oder entgegengesetzt gerichteten Bewegungen (Fig. 9017 A). Man legt die eine schmale rechteckige Platte mit der mit Marke versehenen Kante auf das Grundbrett an die Führungsleiste so an, daß die Marke mit einem durch einen aufgesetzten Reißbrettstift kenntlich gemachten Zehnerstrich der Führungsleiste zusammenfällt und hält die Bleistiftspitze an einen Zehnerstrich der Platte an der oberen Kante der Glasplatte angebrachten Teilung. Verschiebt man dann die Glasplatte, während die Bleistiftspitze immer an demselben Punkte der oberen Teilung bleibt, so führt der Bleistift die Bewegung der Glasplatte aus. (Bewegung I.) Nun geht man mit der Glasplatte in die Anfangsstellung zurück und bewegt den Bleistift (oder Farbstift) längs der Teilung auf der Glasplatte, führt also eine Bewegung relativ aus zur Glasplatte (Bewegung II). Dann führt man beide Bewegungen in beliebiger Reihenfolge nacheinander und endlich gleichzeitig aus. Man erhält so die aus den beiden Teilbewegungen resultierende Bewegung, die gleich der Summe oder der Differenz der Einzelbewegungen ist.

2. Versuch. Zur Zusammensetzung von drei Bewegungen (Fig. 9017 B) wird die obere Kante der einen schmalen, rechteckigen Glasplatte als Führungsleiste der zweiten schmalen Glasplatte benutzt. Man hat dann die Bewegung der ersten Glasplatte relativ zum Grundbrett, die Bewegung der zweiten Glasplatte relativ zur ersten und die Bewegung des Bleistifts relativ zur zweiten Glasplatte. Die Unabhängigkeit des erreichten Ortes von der Reihenfolge und von der Ungleichzeitigkeit oder Gleichzeitigkeit der Einzelbewegungen läßt sich mit beliebiger Variation darstellen. Auch der Begriff der Relativität der Bewegung kommt hierbei sehr gut zur Darstellung. Wenn man z. B. den Bleistift festhält und die Glasplatte verschiebt, so führt der Bleistift, trotzdem er relativ zum Brett in Ruhe bleibt, eine Bewegung relativ zur Glasplatte aus, welche der Bewegung der Glasplatte selbst gleich groß und entgegengesetzt gerichtet ist.

3. Versuch: Zusammensetzung von Bewegungen, die einen Winkel einschließen. Es wird eine der großen Glasplatten auf das Grundbrett gelegt und mit einer Marke längs der Führungsleiste verschoben (Bewegung I), dann wird ein Bleistift längs der einen mit Maßstab versehenen Kante der Glasplatte bewegt (Bewegung II). Bewegt man

Mk. Pf.

35 —

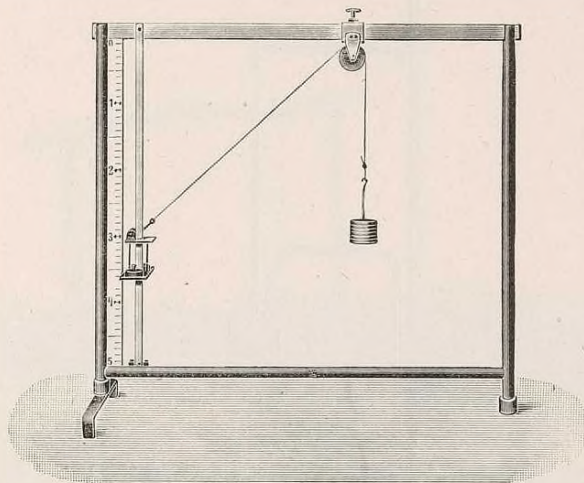
beispielsweise nach Fig. 9017C die dreieckige Glasplatte mit den Winkeln 60° und 45° längs der Führungsleiste um 20 cm, so gibt der mit der Glasplatte an unveränderter Stelle derselben gehaltene Bleistift gleichzeitig auch die Bewegung AB dieses Punktes an. Bewegt man nun den Bleistift längs der geteilten Kante der Glasplatte um 30 cm, so entsteht die Linie BD , welche die zweite Bewegung darstellt. Der durch beide Bewegungen erreichte Ort ist der Punkt D . Jetzt geht man mit Glasplatte und Bleistift in die Anfangsstellung wieder zurück und bewegt zuerst den Bleistift längs der Glasplatte um 30 cm (AC) und dann die Glasplatte bei festgehaltenem Bleistift um 20 cm (CD); man erlangt so denselben Ort D , wie bei der ersten Aufeinanderfolge der Bewegungen. Darauf führt man beide Bewegungen so aus, daß erst der Bleistift um 3 cm, die Glasplatte um 2 cm, dann wieder der Bleistift um 3 cm und dann die Glasplatte um 2 cm bewegt wird. So fährt man fort, bis man die ganze erste Bewegung von 30 cm und die ganze zweite Bewegung von 20 cm ausgeführt hat. Die Bahn ist durch eine von A bis D gehende Zickzacklinie angegeben. Man kann nun weiter schließen, daß diese Zickzacklinie in die Diagonale übergeht, wenn die einzelnen Abschnitte der Einzelbewegungen in eine sehr große Zahl gleicher Teile geteilt werden. Hieraus folgt, daß bei Gleichzeitigkeit beider Bewegungen, bei denen die in den einzelnen Punkten herrschenden Teilgeschwindigkeiten einander proportional sind, die resultierende Bahn die Diagonale des Parallelogrammes ist. Ebenso erkennt man, daß, wenn diese Proportionalität der einzelnen Geschwindigkeiten nicht vorhanden ist, die Bahn krummlinig werden muß. Bei dieser Art der Demonstration kommt besonders gut zum Ausdruck, daß das Gesetz vom Parallelogramm der Bewegungen eigentlich aus 2 Teilen besteht; daß nämlich erstens der erreichte Ort (D) unabhängig ist von der Reihenfolge der Einzelbewegungen; daß zweitens die Bewegung in der Bahn der Diagonale des Parallelogramms nur bei Proportionalität der Teilgeschwindigkeiten in den einzelnen Punkten der Bahn stattfinden wird.

4. Versuch. Zusammensetzung einer gleichförmigen Bewegung mit einer ungleichförmigen Bewegung. Der wagerechte Wurf. Es wird die große rechteckige Platte auf das Grundbrett gelegt (Fig. 9017D) und längs der Führungsleiste gleichförmig verschoben, während der Bleistift an einem der oberen Teilpunkte der vertikalen, geteilten Kante festgehalten wird. Der Bleistift gibt nun die Bewegung eines horizontal geworfenen Körpers an, der nur der Trägheit folgt. Bewegt man gleichzeitig den Bleistift längs der vertikalen Kante nach unten, so ergibt sich die aus den beiden Seitenbewegungen folgende resultierende Bewegung. Erfolgt diese vertikale Abwärtsbewegung nach den Fallgesetzen, so entsteht die Bahn des wagerechten Wurfs. Die horizontale Wurfgeschwindigkeit sei durch die Bewegung von 10 cm in der Sekunde dargestellt, während der durch den Fall in der ersten Sekunde zurückgelegte Weg durch 1 cm dargestellt wird. Diese Verhältnisse stellen im verkleinerten Maßstabe (1:500) die horizontale Wurfbahn mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 50 m dar. Man bewegt die Glasplatte mit festgehaltenem Bleistift 10 cm längs der Führungsleiste und verschiebt dann den Bleistift um 1 cm nach unten. Darauf wird wieder die Glasplatte um 10 cm, der Bleistift aber um 3 cm (Weg in der zweiten Sekunde) verschoben. In derselben Weise wird für die dritte Sekunde erst die horizontale Komponente 10 cm, dann die vertikale Komponente 5 cm, ferner entsprechend 10 cm und 7 cm, endlich 10 cm und 9 cm durch die entsprechenden Bewegungen zur Darstellung gebracht. Die jedesmal nach Ausführung der beiden Seitenbewegungen erreichten Orte des Bleistifts zeichnen die Orte auf, wo sich der wagerecht geworfene Körper nach 1, 2, 3, 4, 5 Sekunden befindet. Es ist leicht, aus diesen einzelnen Punkten die Wurfbahn zu konstruieren.

Man macht nun dieselbe Zeichnung für eine andere Anfangsgeschwindigkeit von beispielsweise 5 cm und findet, daß die Bahn des Körpers anfangs wesentlich stärker gekrümmt ist, daß aber der Körper zur selben Zeit auf der unteren Kante des Brettes ankommen muß, wie bei der ersten Bewegung, nur liegt der erreichte Ort gerade um die Hälfte weniger entfernt wie im ersten Falle. Der Versuch läßt sich mit anderen Geschwindigkeiten wiederholen. In Fig. 9017D sind die beiden angedeuteten Versuche und ein Versuch mit der horizontalen Geschwindigkeit von 1 cm ausgeführt.

9018. Apparat zum experimentellen Nachweis des Projektionssatzes. „Zwei Kräfte, die unter einem Winkel gegen die gezwungene Bahn auf einem in dieser Bahn bewegten Körper wirken, sind äquivalent, wenn ihre Projektionen äquivalent sind.“ (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII Fig. 5 p. 262, 1904.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Hängt man an das freie Ende des Stahldrahtes ein Gewicht von beispielsweise 200 g, so wird das Gewicht den Wagen bis zu einer bestimmten Stelle der Schiene in die Höhe heben. Durch Klopfen an dem Stativ kann man die noch durch Reibung verursachte Unsicherheit der Einstellung vollständig beseitigen, so daß bei Wiederholung des Versuches die Einstellung des Wagens bis auf Millimeter genau dieselbe ist. Mißt man nun mit einem Maßstabe die Entfernung vom Haken am Wagen bis zum Berührungspunkte des Stahldrahtes mit der Rolle und liest man ebenso an der vertikalen Teilung die vertikale Entfernung des Hakens von der Querleiste ab (wovon man noch den Abstand des Berührungspunktes des Stahldrahtes mit der Rolle vom oberen Querbalken zu subtrahieren hat), so ergibt sich genau die Proportion, daß das Gewicht der Scheibengewichte sich zum Gewicht des Wagens verhält, wie die Länge des Stahldrahtes zur vertikal an den Schienen gemessenen Länge. Es ist also die Kraft, die den Wagen in der Richtung der Schiene bewegt, dar-



9018.

gestellt durch die Projektion der unter einem Winkel gegen die Bahn wirkende Kraft auf die Bahn. Die Wiederholung desselben Versuches unter Benutzung anderer Scheibengewichte und daraus sich ergebender anderer Neigungen der Angriffslinie der Kraft zur Bahn ergibt stets dasselbe Resultat. Besonders instruktiv werden die Versuche dann, wenn man die Rolle am oberen Querbalken so verschiebt, daß der Wagen stets bis zu derselben Stelle der Schiene gehoben wird, da dann die Projektion der Kraft, abgelesen auf dem Maßstabe, immer dieselbe ist, und da man dann nur zu konstatieren hat, daß die den Wagen hebenden Kräfte direkt den am Stahldrahte abgemessenen Längen proportional sind.

Man kann nun denselben Nachweis noch mit beliebigem Gewichte des Wagens führen, indem man auf die am Wagen hängende Wagschale beliebige Gewichtsstücke aufsetzt. Aus allen diesen Versuchen, die überaus anschaulich sind, ergibt sich das experimentelle Resultat, daß alle diejenigen unter einem Winkel gegen die Bahn eines Körpers wirkenden Kräfte äquivalent sind, deren Projektion auf die Bahn dieselbe ist. Hiermit ist aber der experimentelle Nachweis der Richtigkeit des „Projektionssatzes“ geliefert.

9019. **Wurfapparat zur Demonstration der Wurfbahn.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII Fig. 10 u. 11 p. 265 u. 266, 1904.) Der Apparat besteht aus der auf einem Stativ drehbaren Pistole, 3 Geschossen, einem in halbe Dezimeter geteilten Vertikalmaßstab und einem Stativ mit Gummiball

Wird die Pistole wagerecht gerichtet und abgeschossen (z. B. geladen mit einem Geschloß von 50 g Masse), so fällt das Geschloß in einer bestimmten Entfernung (bei obigem Geschloß 121 cm) von dem Gestell der Pistole auf der Tischplatte nieder, woraus sich die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses zu 363 cm berechnet. Wir wollen nun die Scheibe so aufstellen, daß das wagerecht abgeschossene Geschloß die Scheibe in einer Höhe von 49 cm trifft. Das geschieht, wenn die Scheibe 115 cm von dem Pistolengestell entfernt steht. Man teilt nun die Entfernung zwischen Pistole und Scheibe in 7 gleiche Teile (hier also jeder 16,4 cm). Nachdem man diese Einteilung auf dem Tische mit Kreide angegeben hat, stellt man die Scheibe in den einzelnen Teilpunkten auf und schießt jedesmal wieder mit wagerecht gerichteter Pistole nach der Scheibe. Es ergibt sich dann genau das Resultat, daß die vom Nullpunkte der Scheibe abwärts gerechnete Ordinate der Wurfbahn dem Quadrate der Abszisse proportional ist. Wählt man die Anordnung, wie eben angegeben, so ergeben sich genau die Quadratzahlen für die Ordinaten. Aber auch bei anderer Einteilung der Abszisse ist sofort ersichtlich, daß die Ordinate dem Quadrate der Abszisse proportional ist. Man kann jetzt auch sofort berechnen, wo man die Scheibe aufzustellen hat, damit sie mit wagerechtem Wurf an einer bestimmten Stelle getroffen wird. Stellt man die Pistole auf den Tisch, die Scheibe aber davor auf die Erde, so kann man auch für größere Fallhöhen und Wurfweiten die Richtigkeit der abgeleiteten Gesetzmäßigkeit nachweisen.

In ähnlicher Weise kann man auch die Kurve für den schiefen Wurf analysieren, da man aus dem horizontalen Wurf die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses bestimmt hat. Die Elevation kann an dem Kreisbogen der Pistole abgelesen werden.

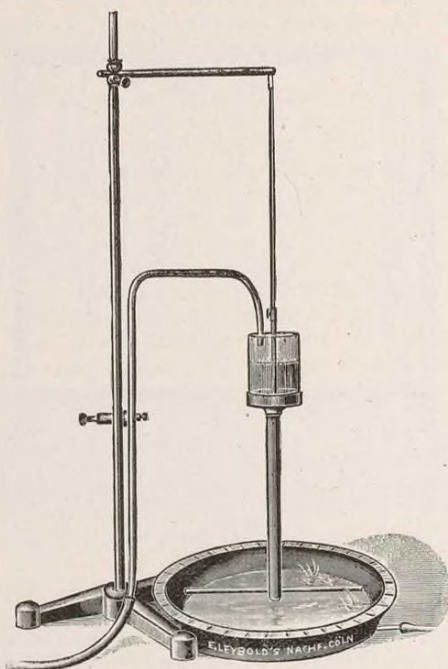
Durch Aenderung der Maße des Geschosses hat man auch die Wahl der Anfangsgeschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen vollständig in der Hand.

Es ist bei richtiger Durchführung eines Versuches geradezu verblüffend, wie sicher der aus einer gegebenen Anfangsgeschwindigkeit und Elevation berechnete Treffpunkt eines

Mk. Pf

45 —

Apparate
nach
Grimschl.



9020.

Geschosses auch wirklich getroffen wird, da bei der geringen Geschwindigkeit der Luftwiderstand ganz in Wegfall kommt. — Vor der mit der Elevation α gerichteten Pistole liegt auf einem einfachen Stativ von genau derselben Höhe wie die Pistolenmündung ein kleiner Ball. Das Stativ wird so lange verschoben, bis der Ball von dem geworfenen Geschosse gerade getroffen wird. Nun stellt man, ohne sonst etwas zu ändern, die Pistole in die Elevation $90-\alpha$ und schießt das Geschoss wieder ab. Der Satz, daß die in wagerechter Richtung gemessene Wurfweite bei den Elevationen α und $90-\alpha$ dieselbe ist, findet hier eine treffende Bestätigung.

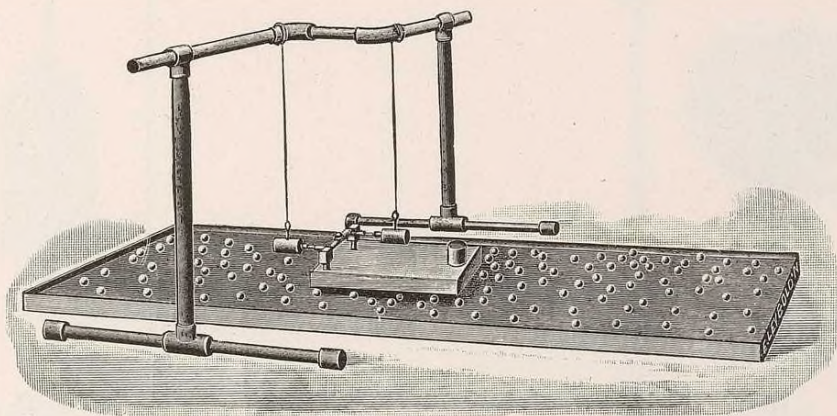
Auch die Tatsache, daß die maximale horizontale Wurfweite bei einer Elevation von 45° erreicht ist, ist durch den Versuch zu erweisen.

9020. **Seegner'sches Wasserrad.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 321, 1904) An einem Stativ, an welchem auch die Wasserzuflußleitung befestigt werden kann, hängt das Seegner'sche Wasserrad, welches aus gläsernem Behälter mit Marke und dem mit 12 seitlichen Öffnungen versehenen Querrohr besteht; das Wasser fließt in einen von 5 zu 5 $^\circ$ geteilten Behälter. Die Öffnungen lassen sich öffnen oder schließen, so daß verschieden große und verschieden viel Kräftepaare hergestellt werden können. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Läßt man Wasser zuströmen und erzeugt z. B. durch Oeffnen der mittleren Bohrung auf der einen Seite und der äußeren Bohrung auf der entgegengesetzten Seite desselben Armes das Kräftepaar „eins“, so wird der Apparat beispielsweise um 60° gedreht, aber die Torsion des Aufhängedrahtes verhindert eine fortgesetzte Drehung. Wendet man einen kürzeren oder dickeren Aufhängedraht an, so ist die Drehung geringer, während ein längerer oder dünnerer Draht eine größere Torsion zuläßt. Es ist nun sehr bequem durch Drehen der Hülsen auf dem unteren Querrohr ein anderes Kräftepaar mit diesem zu vergleichen. Man kann das Kräftepaar „eins“ auf 2×5 verschiedene Weise erzeugen und erhält jedesmal dieselbe Torsion unabhängig von der Lage des Kräftepaares. Man kann auch gleichzeitig mehrere Kräftepaare von der Größe „eins“ wirken lassen und zeigen, daß ihre gemeinsame Wirkung durch die Summe der Einzelwirkungen bedingt ist. Man kann zeigen, daß zwei Kräftepaare von der Größe „eins“ ersetzt werden durch ein Kräftepaar von der doppelten Armlänge, indem sich einfach die beiden in demselben Punkte wirkenden entgegengesetzt gleichen Kräfte gegenseitig aufheben. So liefert der Apparat eine einfache Demonstration der Unabhängigkeit der Wirkung des Kräftepaares von seiner Lage zur Drehungsachse des Körpers, doch gibt er natürlich keine Antwort auf die Frage nach der Lage der Achse, da bei dem Apparat die Achse des drehbaren Körpers vollkommen durch seine Aufhängung bedingt ist.

Mk. Pf.

60 --



9021.

9021. **Kräftepaarkanone.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 326, 1904.) Der Apparat besteht aus der mit Billardtuch überzogenen, mit Rand versehenen Glasplatte, einer Anzahl Kugeln, dem Stativ und der an diesem aufzuhängenden Kräftepaarkanone nebst Geschossen. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

110 —

Wird das Geschütz abgefeuert, so fliegen die beiden Geschosse heraus, die Kanone erfährt an beiden Geschützrohren einen Rückstoß und erteilt so dem Brette, das in der Ebene vollkommen frei bewegt ist, eine durch ein Kräftepaar verursachte Drehung. Es ist nun ebenso einfach wie überraschend, daß die Drehungsachse unabhängig von der Stellung der Kanone auf dem Brette immer durch den Massenmittelpunkt geht. Es dreht sich das Brett ohne translatorische Bewegung um seinen Massenmittelpunkt.

9022. **Rückstofskanone.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII, Fig. 9 p. 327, 1904.) Passend zum vorigen Apparate

5 50

9023. **Augenmodell.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 293, 1904.) Aus Glas und Metall auf Stativ. Der Augapfel wird mit Wasser gefüllt. In die beigegebene Fassung lassen sich die Linsen Nr. 9014 und 9015, pag. 935 stecken. Damit lassen sich zeigen: die Entstehung eines Bildes auf der Netzhaut, die Größe dieses Bildes, die Wirkung der Brillen, die dabei auftretende Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Netzhautbildes, die Anwendung der Lupe, die Staroperation, der Ersatz der Linse durch eine vor das Auge gebrachte Konvexlinse, die Entstehung der Bilder bei Benutzung von Mikroskop und Fernröhren. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr. p. 942.]

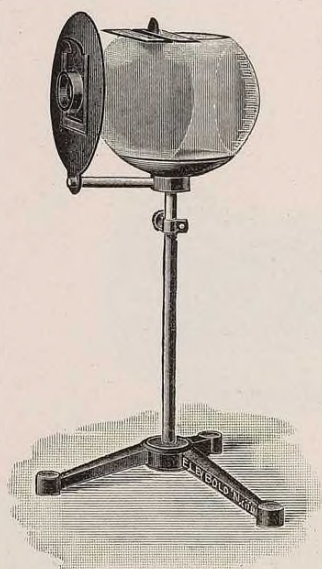
38 —

Die Iris ruht mittels eines am oberen Rande derselben angebrachten Ansatzes auf dem oberen Rande der Oeffnung des Augapfels, ist also leicht nach vorn oder hinten zu verschieben oder auch ganz aus dem Augapfel herauszunehmen. Die Kristalllinse wird durch eine Konvexlinse von 4 cm Durchmesser und 12 Dioptrien dargestellt. Diese ist in einer federnden Fassung angebracht, die ebenfalls mit einem angenieteten Blechansatz auf dem oberen Rande der Oeffnung des Augapfels ruht. Man kann auch diese Linse bequem verschieben, ganz herausnehmen oder durch eine andere Linse von demselben Durchmesser und von anderer Brennweite ersetzen.

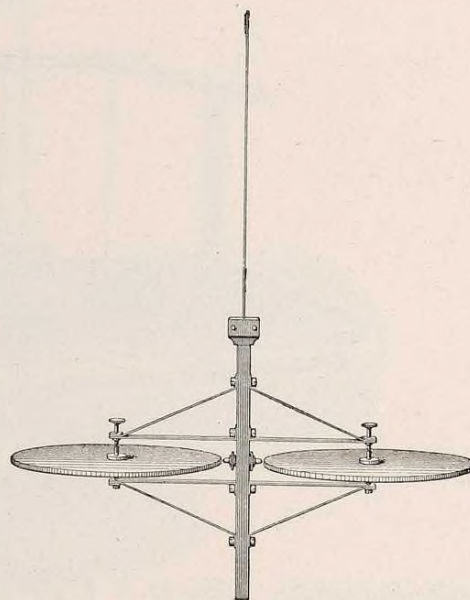
Der Augapfel wird mit Wasser gefüllt und die Iris, sowie die Kristalllinse werden eingesetzt. Man hat nun ein Augenmodell, bei dem die auch im natürlichen Auge vorhandenen drei brechenden Flächen, nämlich die Corneafläche und die beiden Flächen der Kristalllinse vorhanden sind. Der Raum zwischen Cornea und Iris entspricht der vorderen Augenkammer, der Raum hinter der Iris dem Glaskörper.

Wenn man die Blende fortläßt oder die aufgesetzte Blende zur Seite dreht, so erscheint auf dem hinteren matten Teil neben dem eigentlichen Bilde noch ein heller Kreis, der von dem seitlich eindringenden Lichte herrührt. Die Blende hat auch noch einen weiteren Zweck. An ihrer Vorderseite ist sie mit passenden Nuten versehen, in welche entweder

Apparate
nach
Grimsehl.



9023.



9027.

engere Blenden oder farbige Gläser oder aber besonders eine Linsenfassung eingeschoben werden kann.

Das mit Wasser gefüllte und mit der Konvexlinse von 12 Dioptrien versehene Augenmodell erzeugt von einem fernen Gegenstand ein deutliches reelles Bild auf der Netzhaut. Man stellt am besten das Modell im dunkleren Teil des Unterrichtszimmers auf und richtet das Modell mit der Cornea nach einem durch das geöffnete Klassenfenster sichtbaren Teil der Außenwelt, also z. B. nach einem gegenüberliegenden Hause. Das auf der Netzhaut entstehende umgekehrte Bild verändert bei Drehung des Auges nach der Seite und nach oben und unten seinen Platz auf der Netzhaut. Das Sehfeld beträgt fast 90° , wie man bei Drehung des Modells erkennt. Dreht man nun die Blende so, daß die enge Pupille vor die Iris tritt, so wird das Bild auf der Netzhaut dunkler und schärfer.

Ersetzt man die Kristalllinse durch eine Linse stärkerer Krümmung, so wird das Bild des fernen Gegenstandes unscharf, während das Bild eines näheren Objektes, z. B. des Fensterkreuzes, scharf wird. Soll das Bild des fernen Hauses wieder scharf werden, so muß man dem Auge eine Brille, d. h. eine schwache Konkavlinse vorsetzen. In derselben Weise wie eben ein kurzsichtiges Auge, kann man ein übersichtiges Auge durch Vertauschung der Kristalllinse mit einer Linse schwächerer Krümmung herstellen und dann durch eine Konvexlinse korrigieren. Die dabei auftretende Verkleinerung, bezw. Vergrößerung des Netzhautbildes ist gut zu beobachten.

9024. **Glühlampen-Ring** für Hohlspiegelversuche, aus 16 in Serie geschalteten 7-Volt-Glühlampen bestehend. Auf Stativ

Mk. Pf.

44 —

9025. **Glühlampen-F** für optische Versuche, aus 15 in Serie geschalteten 7-Volt-Glühlampen bestehend. Auf Stativ

46 —

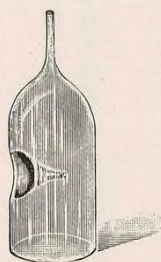
9026. **Quecksilbertropfgefäßs.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 34, 1905.) [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

2 50

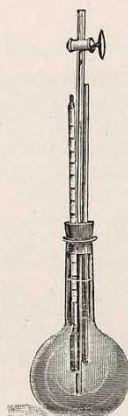
Zum Füllen legt man das Gefäß mit der seitlichen Trichteröffnung nach oben auf den Tisch und gießt nun durch diese Oeffnung die Flasche halb voll Quecksilber.

9027. **Trägheitsmomentenapparat.** (Verhdlgn. d. D. phys. Ges. VI p. 284, 1904; Phys. Ztschr. V p. 781, 1904; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 35, 1905.) Es lassen sich entweder nur die Scheiben drehen (Trägheitsmoment I_s) oder nur das Gehänge (Trägheitsmoment Ma^2), oder durch Feststellen der Scheiben der ganze Apparat (Trägheitsmoment $I_a = I_s + Ma^2$). [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

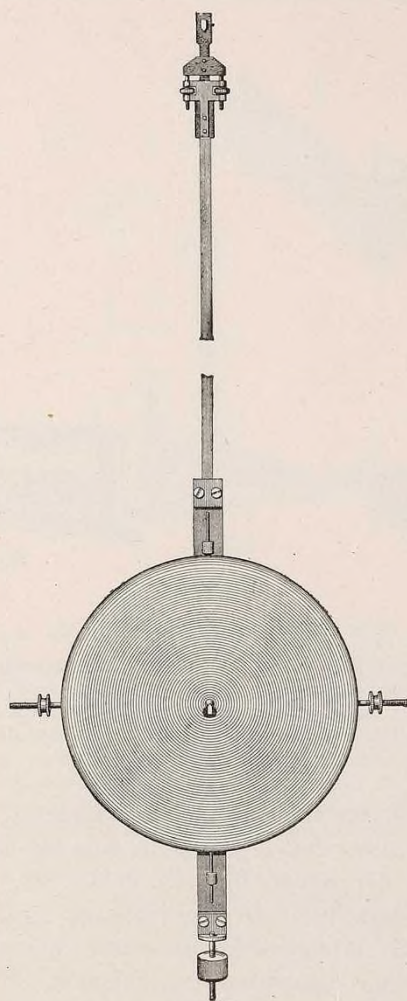
84 —



9026.



9029.



9028.

9028. **Pendel mit direkt messbarer Pendellänge.** (Verhandlgen d. D. phys. Ges. VI p. 286, 1904; Phys. Ztschft. V p. 781, 1904; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 35, 1905.)

Die beiden Schneiden sind genau 1 m voneinander entfernt; mit der oberen Schneide wird das Pendel aufgelegt, die untere Schneide dient als Lager für die schwere Metallscheibe. Reguliergewichte gestatten diese Scheibe genau in der Schwerpunktsachse aufzuhängen. Bei den Schwingungen des Pendels dreht sich die Scheibe nicht, sondern sie bewegt sich rein translatorisch, ihr Trägheitsmoment spielt also keine Rolle. Die Länge des Pendels ist somit genau gleich dem Abstand der beiden Schneiden. [Fig.]

Mk. Pf.

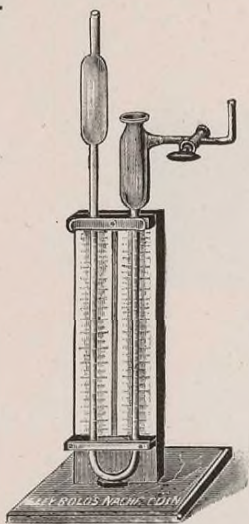
110 —

9029. **Wasserdilatometer.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII, p. 92, 1905.) [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

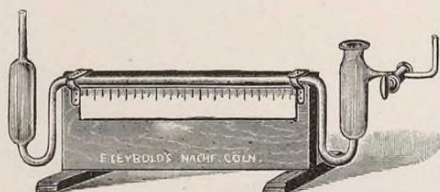
12 —

Die 350 cm enthaltende Kochflasche wird mit ausgekochtem, gefärbtem Wasser vollständig gefüllt und der Stopfen mit den drei Röhren bei geschlossenem Hahn aufgesetzt. Der Hahn wird nun so weit geöffnet, bis die in der graduierten Erweiterung des Kapillarrohres befindliche Luftblase nur noch 2 cm groß ist, also gleich dem $\frac{1}{175}$ ten Teile des Wassereinhaltes. Dadurch ist die Ausdehnung des Glases kompensiert. Durch Erwärmen bzw. Abkühlen des ganzen Apparates kann man jetzt das Dichtigkeitsmaximum des Wassers nachweisen. Die Abkühlung ist langsam vorzunehmen, damit das Glasgefäß dieselbe Temperatur hat, wie das Wasser im Innern. Am besten stellt man hierbei das ganze Dilatometer in ein größeres, mit Wasser gefülltes Becherglas und setzt es so der ruhigen Abkühlung

Apparate
nach
Grimsehl.



9030.



9031.



9032.

an einem Wintertage im Freien aus. Bei Abkühlung durch eine Kältemischung darf man die Kältemischung nicht unmittelbar mit der Wandung der Kochflasche in Berührung bringen, sondern muß das Wasser in dem Becherglase, das nun in der Kältemischung steht, durch einen Rührer in lebhafter Bewegung halten, damit die Abkühlung gleichmäßig erfolgt. Auch bei der Temperaturerhöhung ist langsam zu verfahren, man stellt auch hierbei das Dilatometer am besten in ein mit einem Rührer versehenes, mit Wasser gefülltes Becherglas.

9030. **Manometer zur Messung kleinerer Drucke.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII Fig. 1 p. 199, 1905.) Dadurch, daß der eine Schenkel des Rohres mit gefärbtem Wasser, der andere mit Öl gefüllt ist, verursacht jede Druckdifferenz einen Höhenunterschied, der siebenmal so groß ist, als wenn das Rohr mit ein und derselben Flüssigkeit gefüllt wäre. Besonders zu Versuchen über den Druck im Innern einer Seifenblase etc. geeignet. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

20

—

9031. **Manometer zur Messung kleinerer Drucke, mit noch grösserer Empfindlichkeit** wie das vorige. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII Fig. 2 p. 199, 1905.) Die beiden durch ein wagerechtes Rohr verbundenen Glasgefäße enthalten Wasser, das horizontale Rohr bei gleichem Druck von beiden Seiten in der Mitte eine kleine Luftblase. Je nach dem Verhältnis der Volumina des Kapillarrohres mit dem seitlichen Gefäß bewegt sich die Luftblase bei Überdruck nach der Seite. Dieser Betrag ist bei 1 mm Überdruck etwa 25 mm. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.] . .

20

—

Um die Luftblase in den wagerechten Teil des Verbindungsrohres zu bringen, neigt man das mit gefärbtem Wasser gefüllte Manometer so weit nach der einen Seite, daß ein Teil der Füllung aus dem einen Gefäße in das andere fließt. Stellt man dann das Manometer wieder wagerecht, so fließt die Flüssigkeit zurück. Während des Zurückfließens bläst man mittels eines Kapillarrohres in das Gefäß mit höherem Niveau mit dem Munde einen Luftstrom, der durch das zurückfließende Wasser in Form von Luftblasen mitgeführt wird. So wird die Wassersäule in dem wagerechten Teile des Rohres mit einer größeren Anzahl von Luftblasen verschiedener Größe gefüllt. Durch abwechselndes Neigen des Manometers nach rechts und links kann man dann alle Luftblasen bis auf eine, die man als passendste ausgewählt hat, entfernen.

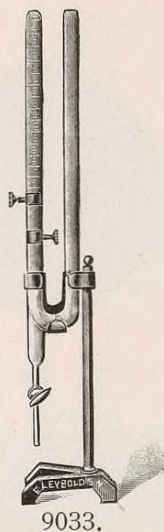
Um das Vergrößerungsverhältnis zu bestimmen, braucht man das Manometer nur mittels eines T-Rohres parallel mit einem gewöhnlichen offenen Wassermanometer zu verbinden und zu beobachten, wie groß die Verschiebung der Luftblase ist, wenn das gewöhnliche Manometer 1 mm Druck anzeigt.

9032. **Voltameter für getrennte Gase.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII Fig. 1 u. 2 p. 283, 1905.) [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

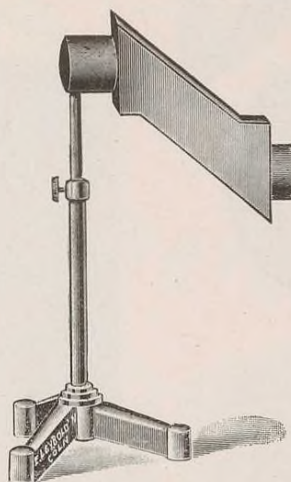
16

—

Um dieses Voltameter mit der verdünnten Säure zu füllen, braucht man dasselbe bloß umzukehren; während der Zersetzung ist der im Gummistopfen befindliche Glasstopfen zu entfernen.



9033.



9034.

9033. **Knallgas-Voltmeter.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 284, 1905.) Der kleine Abstand der beiden Elektroden gestattet eine lebhafte Gasentwicklung schon bei 3—4 Volt; durch den am unteren Abflussrohr angebrachten Glashahn läßt sich in einfachster Weise gleicher Druck in beiden Schenkeln herstellen. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Man füllt den Apparat bei geschlossenem Glashahn durch den offenen, in der Figur rechten Schenkel des U-Rohres und bringt dann die Füllung durch seitliches Neigen bequem in den geschlossenen Schenkel. Man muß die Füllung zum ersten Male noch einmal wiederholen, damit der geschlossene Schenkel ganz gefüllt wird. Die Füllung geschieht wie gewöhnlich mit 5—10prozentiger Schwefelsäure. Beim Neigen des Apparates kann man den offenen Schenkel mit dem Finger verschließen, es gelingt aber auch bei vorsichtiger Neigung die Füllung, ohne den Finger auf den offenen Schenkel zu legen, also ohne den Finger mit der verdünnten Säure in Berührung zu bringen.

9034. **Reflexpolarisator.** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII Fig. 1 p. 322, 1905.) Da dieser Reflexpolarisator um den Ansatz als Achse gedreht werden kann, so vermag man der Schwingungsebene des polarisierten Lichtes jede beliebige Neigung zu geben, ohne daß eine Richtungsveränderung des Strahles bewirkt wird. Es erfolgt zwar eine geringe seitliche Verschiebung des Lichtes, doch ist dieselbe bei den meisten Versuchen nur mit geringen oder gar keinen Störungen verbunden. Die Dimensionen der zylindrischen Rohransätze sind so gewählt, daß in dieselben Brillengläser, die auf 38 mm Durchmesser kreisförmig abgeschliffen sind, mit Hülfe eines Sprengringes eingesetzt werden können. (Vgl. Nr. 9014 und 9015 p. 935.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]
9035. **Analysator** (Ibid. Fig. 2 und 3). Dieser Apparat dient dazu, das polarisierte Licht in bezug auf sein verschiedenes Verhalten gegenüber einer reflektierenden Glasplatte zu demonstrieren. [Fig. A u. B $\frac{1}{6}$ nat. Gr. p. 946.]

Eine aus 4 dreieckigen schwarzen Glasplatten zusammengesetzte vierseitige Glaspypamide ist mit ihrer Grundfläche in der Mitte eines kreisförmigen weißen Schirmes so aufgesetzt, daß sie sich von hinten um ihre Achse drehen läßt. In Figur B ist diese Pyramide mit ihrer Achse in seitlicher Ansicht auf dem Tische liegend gezeichnet. Der Neigungswinkel der Seitenflächen der Pyramide ist so gewählt, daß das in achsialer Richtung auftretende Licht die Pyramide unter dem Einfallswinkel von 55°, also unter dem Polarisationswinkel trifft. Wird polarisiertes Licht, das durch den Polarisator Fig. 9034 in der gezeichneten Stellung polarisiert ist, auf diese Pyramide geleitet, so entstehen auf dem weißen Schirm zwei helle dreieckige Flecken oben und unten, während das Licht von den Flächen links und rechts nicht reflektiert wird. Dreht man die Pyramide mit Hülfe der durch den Schirm gehenden Achse, so drehen sich die hellen Flecken. Dabei nimmt aber ihre Helligkeit ab, während gleichzeitig die beiden seitlichen Flächen dreieckige Lichtflecken von wachsender Helligkeit

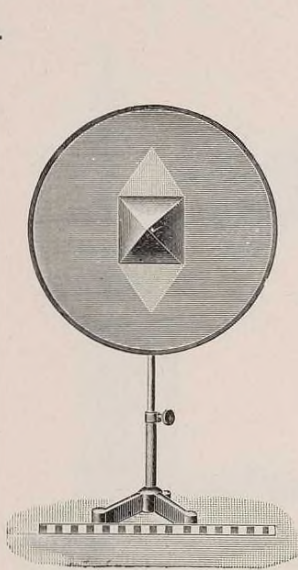
Mk. Pf.

16 —

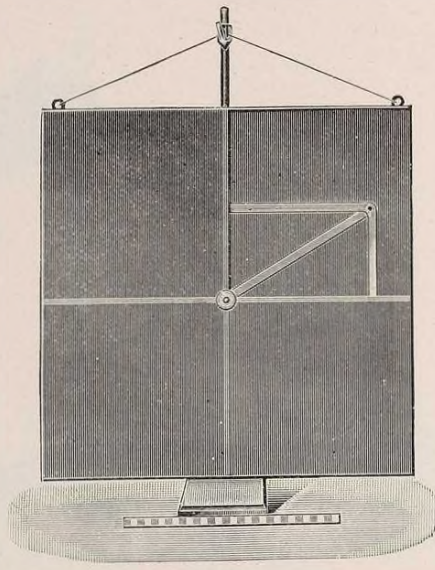
22 —

35 —

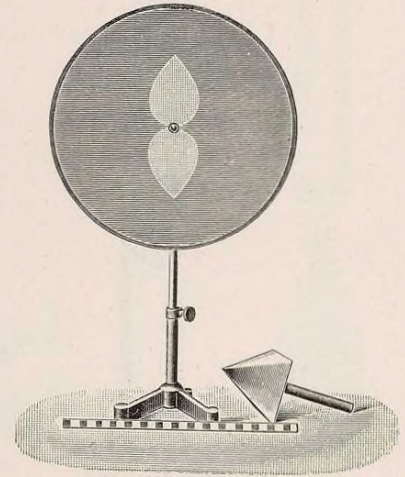
Apparate
nach
Grimsehl.



9035 A.



9036.



9035 B.

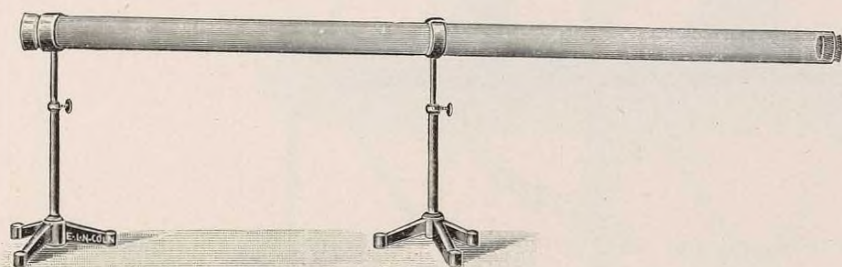
auf dem Schirm erzeugen. Steht die Pyramide so, daß die Diagonale der Grundfläche vertikal, daß also die Reflexionsebenen der Seitenflächen unter einem Winkel von 45° gegen die Reflexionsebene des Polarisators geneigt sind, so sind alle 4 durch Reflexion erzeugten dreieckigen Lichtflecken gleich hell. Bei fortgesetzter Drehung verschwinden die vorher hellen Flecken, während die anderen an Helligkeit so lange zunehmen, bis die reflektierenden Ebenen denen des Reflexionspolarisators parallel sind. Durch diesen Apparat kommt das verschiedene Verhalten des polarisierten Lichtes gegenüber den reflektierenden Flächen und die Abhängigkeit der Helligkeit von der Neigung der Reflexionsebene im Polarisator und Analysator in überaus klarer Weise zur Darstellung. Es wird das polarisierte Licht durch den Pyramidenanalysator jedesmal in zwei Komponenten zerlegt, die dem Sinus bzw. dem Cosinus des Winkels proportional sind, den die Reflexionsebenen im Polarisator und Analysator miteinander bilden.

Ersetzt man die Glasperpyramide durch die kleine schwarze Kugel aus Glas und leitet man das polarisierte Licht achsial auf diese Kugel, doch so, daß nur die Kugel und nicht der Hintergrund beleuchtet wird, indem man eine passende Blende in den Gang der Lichtstrahlen einschaltet, so reflektiert die Glaskugel das Licht gleichzeitig nach allen Richtungen. Die Erscheinung, die man vorher bei dem Pyramidenanalysator nacheinander vorführen konnte, tritt bei der Reflexion an der Kugel nach allen Richtungen gleichzeitig auf. Es entsteht auf dem weißen Schirm ein heller Lichtfleck von der in Fig. B auf dem Schirm skizzierten Form. Man erkennt, wie das Maximum der Helligkeit oben und unten, das Minimum links und rechts entsteht. Naturgemäß ist diese Lichterscheinung von bedeutend geringerer Helligkeit wie die durch den Pyramidenanalysator bewirkte; sie tritt nicht so deutlich, wie es die Figur zeigt, hervor, besonders sind die Ränder der Lichtflecken stark verwaschen. Es ist daher vorzuziehen, zuerst die Erscheinung mit dem Pyramidenanalysator und dann erst diese weniger lichtstarke und auch weniger leicht verständliche Erscheinung mit der Glaskugel vorzuführen. Der Versuch ist aber von fundamentaler Wichtigkeit für das Verständnis der Drehung der Polarisationssebene in einer Zuckerlösung. (Vgl. Nr. 9037 p. 947.)

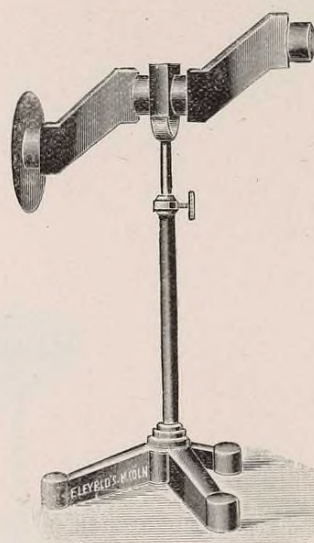
9036. Modell zur Veranschaulichung der beiden Komponenten polarisierten Lichtes. (Ibid. Fig. 4 und 4a p. 323.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Der Mittelpunkt der Vorderfläche ist die Achse eines rechtwinkligen Achsenkreuzes, von dem die vertikale Achse durch eine rote, die horizontale Achse durch eine blaue Gerade dargestellt ist. Außerdem dreht sich um diesen Punkt eine weiß bemalte Stange, deren Endpunkt auf einem Kreise bewegt werden kann. Zur bequemen Handhabung der Stange ist an ihrem Endpunkte ein kleiner Knopf angebracht. Dieser Knopf ist gleichzeitig die Drehungsachse für einen in E rechtwinklig gebogenen Eisenstab, dessen horizontaler Teil blau, dessen vertikaler Teil rot angemalt ist. Durch eine dem Beschauer verdeckte Parallelführung wird erreicht, daß die beiden Teile, die in dem oberen rechten Viertel sichtbar bleiben, parallel den auf der Vorderfläche aufgemalten Achsen geführt werden. Die beiden in dem freien Raum sichtbar bleibenden Teile der blauen und roten Eisenstange entsprechen den rechtwinkligen Komponenten der Gesamtgröße. In unserem speziellen Falle stellt der vertikale Teil die Helligkeit des von dem einen Glasplattenpaare reflektierten Lichtes dar. Dieser Apparat, der ursprünglich nur zur Veranschaulichung der beiden Komponenten des polarisierten Lichtes konstruiert wurde, ist auch geeignet, die Zerlegung einer Kraft in zwei Komponenten zu demonstrieren. Auch kann man mit demselben das Wachstum und die

Mk. Pf.



9037.



9038.

Apparate
nach
Grimsehl.

Abnahme der trigonometrischen Funktionen im mathematischen Unterricht bequem vorführen und auch genügend verfolgen, wenn man auf den Achsen eine Längeneinteilung anbringt, bei welcher die Länge der weißen Stange als Einheit gewählt ist.

9037. Apparat zur Darstellung der Drehung der Polarisationssebene in einer Zuckerlösung. (Ibid. Fig. 5 p. 325.) [Fig.]

Wenn man polarisiertes Licht in schwach getrübttes Wasser leitet, so wirkt jedes einzelne trübende Teilchen ähnlich wie die bei Nr. 9035 beschriebene schwarze Glaskugel als Analysator. Es wird demnach das polarisierte Licht, z. B. bei der Stellung des Polarisators, wie sie bei Nr. 9034 abgebildet ist, vorwiegend von jedem einzelnen Trübungsteilchen nach oben und unten reflektiert, während nach der Seite hin keine oder eine nur schwache Reflexion eintritt. Dreht man den Polarisator 9034 so, daß die Reflexionsebene des Polarisations spiegels horizontal ist, so wird jedes einzelne Trübungsteilchen das polarisierte Licht mit großer Helligkeit in wagerechter Ebene reflektieren, während in vertikaler Ebene die Zone der geringsten Helligkeit ist. Um dies zu demonstrieren, verwendet man das etwa 1,5 m lange Glasrohr, dessen in der Figur linkes Ende durch eine ebene Glasplatte abgeschlossen ist, während das andere, in der Figur rechte Ende mit einem Stopfen verschlossen ist. Das Rohr ruht auf 2 gabelförmigen Stativen, mit Hülfe deren es in jeder beliebigen Höhe in wagerechter Lage aufgestellt werden kann. Das Glasrohr wird mit Wasser gefüllt, dem eine Spur stark verdünnter alkoholischer Mastixlösung zugesetzt ist, wodurch das Wasser eine außerordentlich feine Trübung erhält. Leitet man in dieses Rohr in achsialer Richtung ein polarisiertes Lichtstrahlenbündel, so erscheint das Rohr nur in derjenigen Ebene hell, deren Lage mit der Reflexionsebene des Polarisators übereinstimmt. Bei Drehung des Polarisators ändert daher das Rohr für einen seitlich stehenden Beobachter seine Helligkeit viermal.

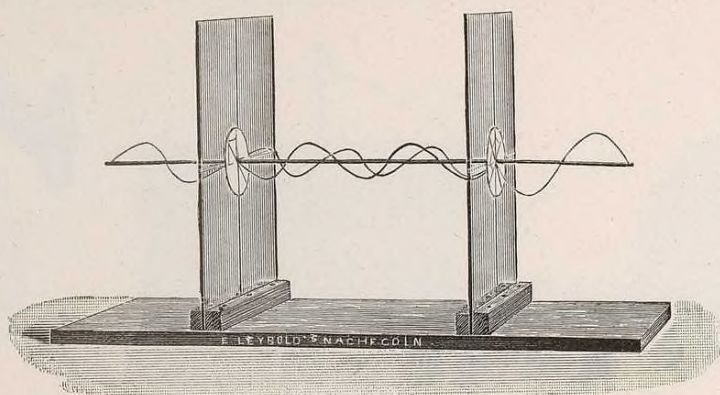
In hervorragendem Maße ist diese Anordnung geeignet, die Drehung der Polarisationssebene in Zuckerlösung vorzuführen, die man ebenfalls durch Mastixlösung etwas getrübt, in das Rohr einfüllt. Das Azimut der größten Helligkeit führt innerhalb der Röhre eine vollständige Schraubendrehung aus. Es wird durch diesen Versuch die Tatsache der Drehung der Polarisationssebene in augenfälliger Weise demonstriert. Diese Demonstration ist auch dann für den Schulunterricht wichtig, wenn man auf die Theorie der Drehung gar nicht weiter eingehen will. Dreht man während dieses Versuchs den Polarisator um seine Achse, so dreht sich auch die Schraubenlinie, und es kommt hierdurch der Charakter der Drehung der Polarisationssebene in besonders schöner Weise zur Darstellung.

9038. Polarisationsapparat. (Ibid. Fig. 6 p. 326.) Dieser Apparat dient besonders dazu, das Verhalten doppelt brechender Substanzen, z. B. eines Gipsblättchens, im polarisierten Licht vorzuführen. Setzt man das Gipsblättchen in die Hülse ein, so beobachtet man, daß in einer bestimmten Stellung desselben das Licht unverändert hindurchgeht, so daß man auf dem projizierten Bild nur die Konturen und Spalten im Gipsblättchen erkennt. Bei gekreuzten Polarisatoren, also dann, wenn der Analysator eine Stellung bekommt, die zu der in der Figur dargestellten senkrecht steht, wird das gesamte Gesichtsfeld dunkel. Dreht man das

Mk. Pf.

25 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9039.

Gipsblättchen in seiner Fassung um 45° , so erscheint das objektive Bild auf dem Schirm gefärbt; die Farbe hängt von der Dicke des Gipsblättchens ab. Sie möge beispielsweise grün sein. Dreht man nun den Analysator wieder in seine Anfangsstellung zurück, so erkennt man, wie die Färbung in die komplementäre Färbung, also in Rot, übergeht. Da die Schüler bei dem vorgeführten Apparat jeden Augenblick über die gegenseitige Lage von Polarisator und Analysator orientiert sind, da sie ausserdem an der Stellung des kleinen Hebels auch die Stellung des Gipsblättchens zu dem Apparat erkennen, so lassen sich die Erscheinungen in leicht verständlicher Weise vorführen.

[Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

9039. Modell der Schwingungsebenen vor, hinter und in einem Gipsblättchen. (Ibid.

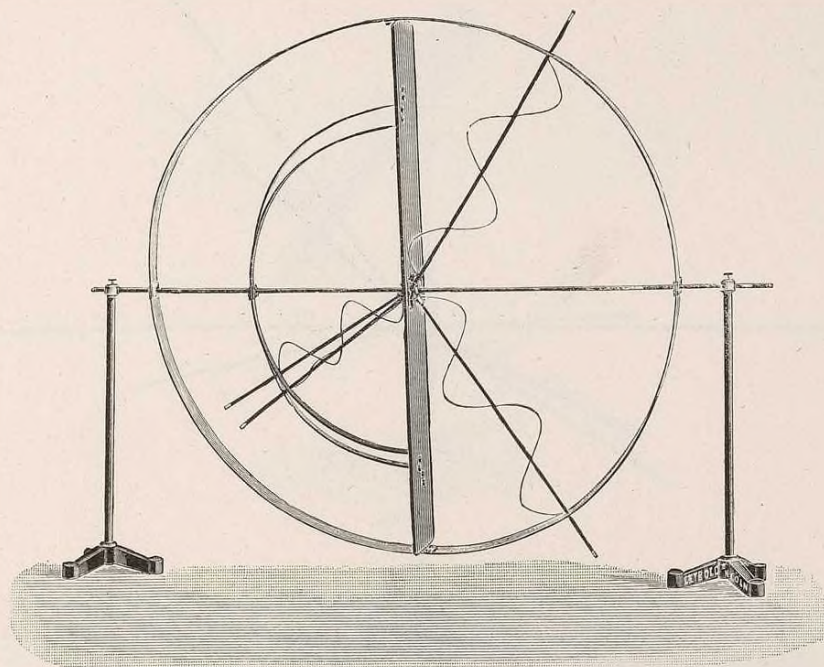
Fig. 7 p. 327.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Die beiden Glasplatten stellen die vordere und hintere Begrenzungsfläche des Gipsblättchens dar, so daß also der Abstand der beiden Glasplatten voneinander der Dicke des Gipsblättchens entspricht. Die beiden Glasplatten sind in der Mitte durchbohrt, und es ist auf dieselben je ein durch die Mitte gehendes Achsenkreuz, dessen vertikale Achse rot, dessen horizontale Achse blau angemalt ist, aufgezeichnet. Diese beiden Achsen geben die Lage der Schwingungsebene des ordentlichen (roten) und des außerordentlichen (blauen) Strahles an, welche das Gipsblättchen durchsetzen. Auf die Messingstange sind in Form von Sinuslinien Drähte aufgesetzt, die die Amplitude und Wellenlänge der beiden Komponenten des Lichtstrahles darstellen. Der ordentliche Strahl (die rote Welle) ist durch $2\frac{1}{2}$ vollständige Schwingungen dargestellt. Der außerordentliche Strahl ist durch drei Wellenlängen (durch die blaue Linie) dargestellt, so daß also diese beiden Komponenten des polarisierten Lichts nach dem Durchgange durch das Gipsblättchen eine Phasenverschiebung um eine halbe Wellenlänge erfahren. In der Verlängerung der Achse des Lichtstrahles ist außerhalb des Zwischenraumes noch eine vollständige Welle durch eine weiße Sinuslinie dargestellt. Die beiden außerhalb der Glasplatten befindlichen Wellen sind um ihre Achse drehbar. Sie stellen die Schwingungsebene im Polarisator und Analysator eines Polarisationsapparates dar. Ist die Schwingungsebene im Polarisator, wie in der Figur dargestellt, um 45° gegen die Achsen im Gipsblättchen geneigt, so findet eine Zerlegung des Strahles in die beiden Komponenten nach dem Parallelgrammgesetze statt. Die Art der Zerlegung ist auf kreisförmigen Kartonscheiben, die auf die Glasplatten drehbar aufgesetzt sind, aufgezeichnet. Wenn nun der in die beiden Komponenten zerlegte Lichtstrahl das Gipsblättchen durchsetzt hat, so ist die schon vorhin angedeutete Phasenverschiebung um eine halbe Wellenlänge eingetreten. Wäre der Analysator dem Polarisator parallel, so würde jede einzelne Komponente wieder in zwei Komponenten zerlegt werden, von denen die in der Ebene des Analysators schwingenden Komponenten entgegengesetzte Phasen und gleiche Amplituden haben, sich also aufheben. Dreht man den Analysator dagegen um 90° , so haben diejenigen beiden Komponenten der das Gipsblättchen durchsetzenden Strahlen, die in der neuen Richtung des Analysators schwingen, gleiche Phase, sie summieren sich also, und es ist leicht einzusehen auf Grund der auf dem Kartonblatt dargestellten Zerlegung nach dem Parallelgrammgesetze, daß das Licht mit ungeschwächter Helligkeit durch den Analysator hindurchgeht. Das Gipsblättchen bewirkt also für die in dem Modell dargestellte Wellenart eine Drehung der Polarisationssebene um 90° , so daß demnach das Licht, das ohne das Gipsblättchen ausgelöscht erschien, nun durch das Dazwischenschalten des Gipsblättchens fähig gemacht wird, den ganzen Apparat ungeschwächt zu durchsetzen. Dieser durch das Modell dargestellte Fall tritt natürlich nur für eine besondere Lichtart, für eine Lichtart

Mk. Pf.

30 —

28 —



9040.

einer ganz bestimmten Wellenlänge, ein, z. B. für das grüne Licht, während die übrigen Bestandteile des weißen Lichtes nicht gerade diese günstige Phasenverschiebung erleiden, demnach also vollständig oder teilweise ausgelöscht werden. Es muß also das Gipsblättchen im durchfallenden Licht gefärbt erscheinen (in unserem Beispiele grün). Bei Drehung des Analysators um 90° wird gerade das vorhin durchgehende grüne Licht vollkommen ausgelöscht, während diejenigen Lichtarten, die vorhin ausgelöscht wurden, nunmehr ungeschwächt hindurchgehen. Folglich erscheint das Gesichtsfeld in der komplementären Farbe (rot). Dreht man bei parallelen oder gekreuzten Polarisatoren das Gipsblättchen, so ändert sich an der Farbe nichts. Da aber die Zerlegung der einzelnen Lichtstrahlen nicht wie in dem beschriebenen Falle in zwei vollkommen gleiche Komponenten stattfindet, so ist auch die Interferenz nur eine teilweise, daher bleibt die Art der Farbe unverändert, sie wird aber matt.

9040. **Modell der Erscheinung, die eintritt, wenn konvergentes, polarisiertes Licht durch eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Kalkspatplatte hindurchgeht.** (Ibid. Fig. 8 p. 328.) [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

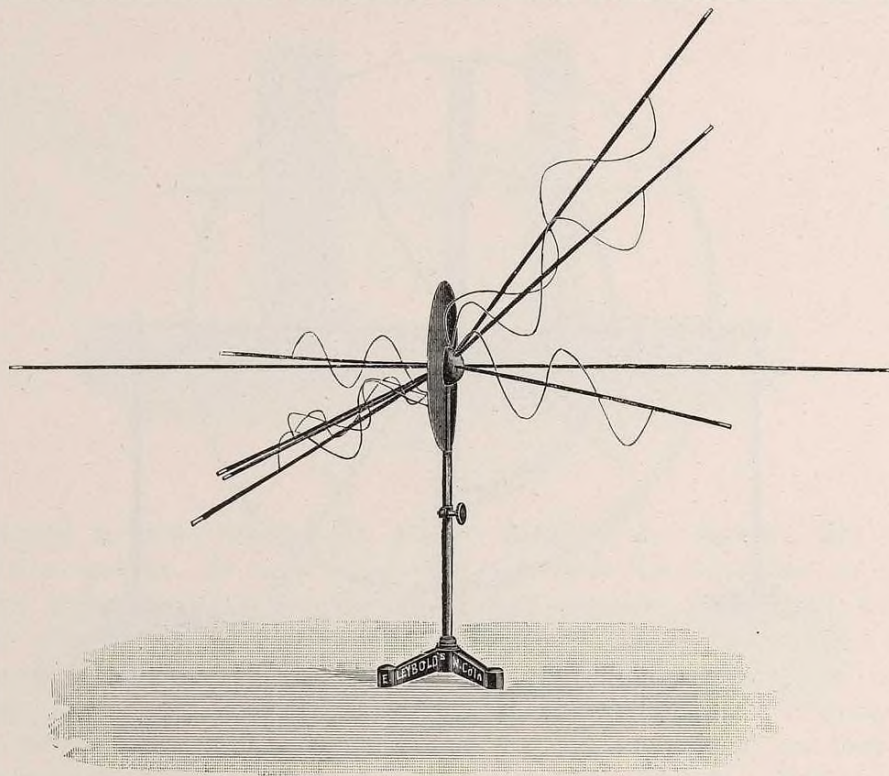
Eine stählerne Achse ruht mit ihren Enden auf zwei Stativen und ist in diesen Stativen drehbar. In der Mitte der Achse ist eine schmale rechteckige Eisenplatte angebracht, die die vordere Begrenzungsfläche einer zur optischen Achse senkrecht geschnittenen Kalkspatplatte dargestellt. Der Teil des Modelles, der in der Figur links von der rechteckigen Platte abgebildet ist, stellt die Verhältnisse im Kalkspat, die rechte Hälfte die Verhältnisse in Luft dar. Ein von einem schmalen, weiß bemalten Blechstreifen gebildeter kreisförmiger Ring von 36 cm Radius ist der achsiale Querschnitt einer Wellenfläche für eine im Mittelpunkt des Ringes entstehende Lichtwelle. Es ist angenommen, daß der Radius des Ringes gleich der Länge von zwei ganzen Wellen in Luft ist. Auf die Blechplatte sind auf der linken Seite zwei gebogene Blechstreifen aufgesetzt, von denen der eine die Form eines Halbkreises, im Modell rot angemalt, der andere die Form einer Halbellipse, im Modell blau bezeichnet, hat. Diese beiden gebogenen Blechstreifen entsprechen dem achsialen Querschnitt der Wellenfläche im Kalkspat für den ordentlichen (roten) und für den außerordentlichen (blauen) Strahl. Die Dimensionen des Apparates sind den im Kalkspat stattfindenden Brechungsverhältnissen entsprechend gewählt. Ein von Luft auf die Mitte der Begrenzungsfläche des Kalkspates auftreffender Lichtstrahl, der im Modell durch eine weiße Wellenlinie von zwei Wellenlängen gezeichnet ist, erfährt im Kalkspat eine Brechung und, wenn die Schwingungsebene des auffallenden Lichtstrahles nicht mit der Einfallsebene übereinstimmt, so erfolgt eine Zerlegung des Lichtstrahles in zwei Komponenten. Es ist angenommen, daß der ordentliche Strahl in der Einfallsebene, der außerordentliche Strahl senkrecht zur Einfallsebene schwingt. Infolge der verschiedenen Brechungsverhältnisse ist auch die Richtung der beiden Strahlen etwas voneinander verschieden. In der im Modell dargestellten Lage würde der Richtungsunterschied der beiden Komponenten 2° betragen, in dem Modell ist dieser Richtungsunterschied etwas größer gewählt.

Wenn nun der einfallende Lichtstrahl polarisiert ist, z. B. so, daß seine Schwingungs-

Mk. Pf.

58 —

Apparate
nach
Grimschl.

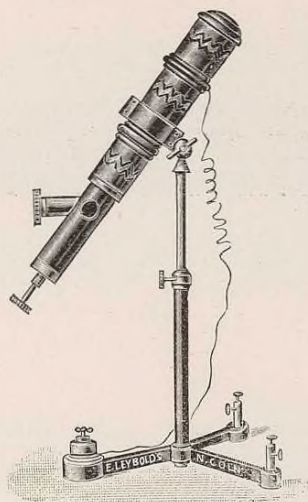


9041.

ebene vertikal ist, so wird, wenn der ganze Apparat in vertikaler Ebene steht, von den beiden Komponenten nur der ordentliche Strahl im Kalkspat weiter schwingen, so daß also die Amplitude des außerordentlichen Strahles gleich Null ist. Es findet also keine Doppelbrechung statt, daher geht der Strahl im Kalkspat mit einer geringen Richtungsänderung als einheitlicher ordentlicher Strahl weiter. Es verhält sich also für diesen Strahl der Kalkspat wie ein isotropes Medium. Dreht man den ganzen Apparat so, daß die Ebene des Ringes horizontal ist, während die Polarisationssebene des einfallenden Strahles vertikal bleibt, so tritt nur die Komponente des außerordentlichen Strahles (blaue Wellenlinie) auf, während der ordentliche Strahl die Amplitude Null hat. Dieser Lichtstrahl geht also durch den Kalkspat ebenfalls ohne Doppelbrechung hindurch. Es verhält sich also der Kalkspat auch in horizontaler Ebene (dem außerordentlichen Strahl gegenüber) wie ein isotropes Medium. Daraus geht hervor, daß, wenn man in ein polarisiertes Lichtstrahlenbündel eine zur optischen Achse senkrecht geschnittene Kalkspatplatte einschaltet, sie in vertikaler und horizontaler Ebene keinerlei Einfluß auf die Art des polarisierten Lichtes hat, so daß demnach in diesen beiden Richtungen das Gesichtsfeld bei parallelen Polarisatoren hell, bei gekreuzten Polarisatoren dunkel bleibt.

Dreht man den Apparat um 45° , während wiederum die Ebene des einfallenden polarisierten Lichtstrahles vertikal bleibt (denn die Lage der Schwingungsebene des auffallenden polarisierten Lichtes hängt nur von der Stellung des Polarisators ab), so tritt nach dem Parallelogrammgesetz eine Zerlegung des Lichtstrahles in beide Komponenten, in den ordentlichen und den außerordentlichen Strahl ein, die in diesem speziellen Fall gleiche Amplituden haben. Das Modell zeigt, daß infolge der verschiedenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden Komponenten eine Phasenverschiebung ähnlich der im Gipsblättchen erfolgt. Es werden also bei dieser Stellung diejenigen Teile des Lichtes bei parallelen Polarisatoren ausgelöscht werden, bei denen die Phasenverschiebung eine halbe Wellenlänge beträgt, während diejenigen Lichtstrahlen, bei denen die Phasenverschiebung ein Vierfaches einer ganzen Wellenlänge beträgt, ohne Interferenz durchgehen. Hieraus folgt: Wenn die Ebene des polarisierten Lichtes mit der Einfallsebene einen Winkel von 45° einschließt, so entsteht eine bestimmte Färbung. Diese Färbung muß bei 45° ein Maximum der Intensität haben, während sie bei jedem anderen Winkel matter wird und in vertikaler bzw. horizontaler Ebene in vollkommen ungefärbter Helligkeit (bei parallelen Polarisatoren) bzw. Dunkelheit (bei gekreuzten Polarisatoren) übergeht.

Die Farbe hängt nur von dem Einfallswinkel des Lichtes ab, da für diejenigen Lichtstrahlen, die denselben Einfallswinkel haben, dieselbe Phasenverschiebung eintritt. Dieselbe Farbe muß daher im Bilde in Form eines Kreises angeordnet sein. Für einen größeren oder geringeren Einfallswinkel ist die Phasenverschiebung eine andere, da für diese der Abstand der beiden Wellenflächen im Kalkspat eine andere ist. Daher ändert sich auch die Färbung im Bilde, wenn infolge des veränderten Einfallswinkels die erleuchteten Stellen



9042.

einen größeren oder geringeren Abstand vom Mittelpunkte des Bildes haben. Aus allem diesem geht hervor, daß sich auf dem Bilde ein System von konzentrischen, gefärbten Ringen bilden muß, die für die vertikale und die horizontale Ebene in ungefärbte Helligkeit oder Dunkelheit übergehen.

9041. **Modell der drei Hauptlagen, die für die Entstehung des Kalkspatkreuzes von Bedeutung sind.** (Ibid. Fig. 9 p. 330.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

42 —

Das Modell besteht aus einer auf einer Stativstange befestigten vertikalen Blechplatte, die wiederum die Begrenzungsfläche der zur optischen Achse senkrecht geschnittenen Kalkspatplatte darstellen soll. Das Einfallslot ist durch einen Stab, der den ganzen Apparat durchsetzt und auf der Blechplatte senkrecht steht, angegeben. Auf der rechten Seite der Figur sind drei polarisierte Lichtstrahlen, die alle in vertikaler Ebene schwingend polarisiert sind, durch zwei vollständige Wellen veranschaulicht. Auf der linken Seite ist der Verlauf der im Kalkspat gebrochenen bzw. zerlegten Strahlen angegeben. Man erkennt, daß für denjenigen Strahl, dessen Einfallsebene vertikal ist, die Brechung so erfolgt, daß der Strahl nur als ordentlicher (rot gemalter) Lichtstrahl in der Einfallsebene schwingend weitergeht. Der in horizontaler Einfallsebene auftreffende Lichtstrahl geht nach Brechung im Kalkspat als außerordentlicher Strahl, der senkrecht zur Einfallsebene schwingt, weiter. Der Lichtstrahl, dessen Einfallsebene unter 45° gegen die beiden anderen geneigt ist, erfährt gleichzeitig eine Brechung und eine Zerlegung in den ordentlichen und in den außerordentlichen Strahl, wobei wieder der ordentliche Strahl in der Einfallsebene, der außerordentliche Strahl senkrecht zur Einfallsebene schwingt. Die Phasenverschiebung und die Richtungsverschiedenheit ist bei diesem Modell den wirklichen Verhältnissen entsprechend gewählt. Man erkennt an diesem Modelle gleichzeitig, daß sich der Kalkspat in horizontaler Ebene und in vertikaler Ebene wie ein isotropes Medium verhält, daß aber in der unter 45° geneigten Ebene eine Doppelbrechung eintritt, die nun ähnlich wie bei dem Gipsblättchen eine Färbung des Gesichtsfeldes veranlaßt.

9042. **Liliput-Bogenlampe** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX Fig. 5 p. 140, 1906) mit fest eingebautem Vorschaltwiderstand für 110 Volt. Auf in der Höhe verstellbarem Stativ. Mit Klemmschrauben und Ausschalter. Diese Laterne ist dazu bestimmt, für optische Versuche ein paralleles Lichtstrahlenbündel von grosser spezifischer Helligkeit zu erzeugen. Es ist dies dadurch erreicht, dass ein Kondensator von nur etwa 3 cm Durchmesser sehr nahe an den Lichtpunkt herangerückt ist; da die Ampèrezahl nur ca. 1,5 Amp. beträgt, ist die Erhitzung so gering, daß eine Gefahr für den Kondensator ausgeschlossen ist. Die Lampe ist selbstregulierend und kann an jede Glühlampenlichtleitung angeschlossen werden. Der Kondensator ist verschiebbar eingerichtet. Ein seitlich eingesetztes rotes Glas gestattet die Beobachtung des Lichtbogens. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

110 —

Um neue Kohlen einzusetzen, verfährt man folgendermaßen: Nachdem man die untere zylindrische Kappe entfernt hat, lockert man mittels eines einfachen, an der Lampe angebrachten Messingbandverschlusses die Befestigung der zylindrischen Hülse und schiebt diese von der Lampe ab. Darauf zieht man den vom letzten Brenner noch vorhandenen Rest der positiven Lichtkohle oben heraus und verkürzt ihn auf die Länge von 90 mm. Dieses

Apparate
nach
Grimschl.



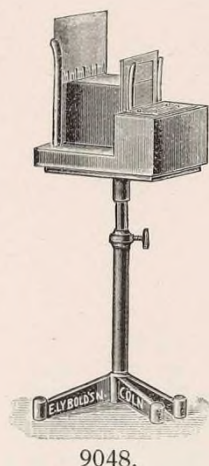
9047.

Ende wird dann als negative Kohle in dem unteren Kohlenhalter befestigt, die zentrale Schraube wird, so weit es geht, herausgeschraubt, damit das obere Ende der negativen Kohle möglichst tief zu liegen kommt. Dann setzt man eine positive Lichtkohle oben ein und befestigt sie, indem man sie so weit eindrückt, wie es geht. Darauf wird erst die Messinghülse und dann die untere Messingkappe mit der negativen Kohle aufgesetzt. Der Anschluß an eine 110-voltige Stöpseldose wird hergestellt und der Strom mittels des am Stativ angebrachten Ausschalters eingeschaltet.

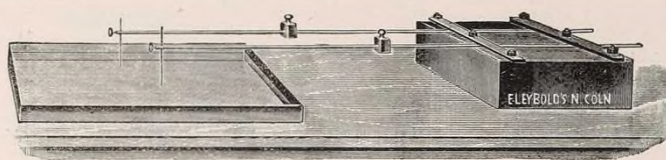
- | | | | |
|-------|---|-----|---|
| 9043. | Liliput-Bogenlampe mit fest eingebautem Vorschaltwiderstand für 220 Volt. Auf Stativ | 125 | — |
| 9044. | — mit getrennt angeordnetem Vorschaltwiderstand für 110 Volt. Auf Stativ. (Ibid. Fig. 6 p. 141) | 105 | — |
| 9045. | — mit getrennt angeordnetem Vorschaltwiderstand für 220 Volt. Auf Stativ | | |
| 9046. | — für Wechselstrom mit getrennt montierter Drosselspule | 120 | — |
| 9047. | Apparat zur Messung des Verhältnisses der Lichtgeschwindigkeiten in Luft und Wasser aus den Abständen von Beugungstreifen. (Phys. Ztschr. VII p. 472, 1906; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 301, 1906.) Ein Glastrog von 1 m Länge ist an seinen Endflächen mit Glaswänden abgeschlossen. Vor der einen Glasplatte befindet sich ein Beugungsgitter. Im Troge ist eine matte Glasplatte verschiebbar angebracht. Nebst roter Glasplatte, einer Blende mit einer, einer Blende mit mehreren Spalten und einer zweiten Mattglasscheibe. Dieser Glaskasten läßt sich auch für viele andere optische Versuche verwenden, z. B. zur Demonstration des krummlinigen Strahlenganges. [Fig. $\frac{1}{14}$ nat. Gr.] | 45 | — |

Der Trog wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt und der Kasten vor die Objektivlinse des Projektionsapparates gestellt. Nach Wegnahme des Gitters wird durch diese Endfläche das Bild eines vertikalen Spaltes auf die Mattglasscheibe, die nahe am anderen Ende des Troges im Wasser hängt, projiziert, und zwar so, daß die obere Hälfte des Lichtbündels durch die Luft, die untere Hälfte durch das Wasser geht. Nun bringt man das Gitter mit zum Spalt parallelen Linien zwischen Objektiv und Glastrog; es erscheinen dann auf der Mattglasscheibe zwei Systeme von Beugungstreifen, von denen das obere von denjenigen Lichtwellen herrührt, die durch Luft gegangen sind, das untere von denjenigen, die durch Wasser gegangen sind. Man beobachtet nun, daß auf 4 Beugungstreifen im Wasser 3 Beugungstreifen in der Luft fallen, d. h. die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichtes in Wasser und in Luft verhalten sich wie 3:4. Schiebt man die rote Glasplatte in den Strahlengang, so läßt sich die Messung noch genauer machen. Man kann auch an die Stelle des Gitters die Blende mit dem einfachen Spalt und etwa 40 cm davon entfernt die Blende mit mehreren Spalten setzen. Die letztere Blende beleuchtet man nun durch eine starke Lichtquelle und macht die Lichtstrahlen so konvergent, daß sie sich annähernd an dem anderen Spalt vereinigen. Die neun Lichtbündel gehen dann teilweise durch Luft, teilweise durch Wasser, und es erscheinen auf dem Schirme 2 Systeme von je 9 hellen Streifen. Die Bilder der durchs Wasser gehenden Streifen liegen näher beieinander als diejenigen der durch die Luft gehenden, und zwar fallen wieder 4 untere auf 3 obere Streifen.

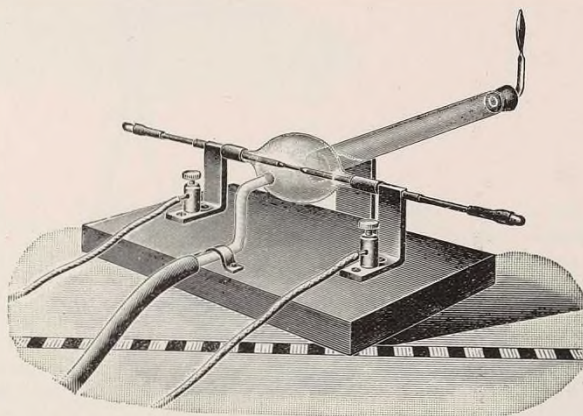
Projiziert man das Bild irgend eines Gegenstandes so auf die Mattglasscheibe, daß wieder die obere Hälfte durch Luft, die untere Hälfte durch das Wasser geht, stellt die Mattglasscheibe so ein, daß die obere Bildhälfte scharf erscheint und stellt nun die zweite Mattglasscheibe so in den Kasten hinein, daß auf ihr die untere Hälfte des Bildes scharf ist, so verhalten sich die Entfernungen der Schirme von der Eintrittsfläche des Kastens wie 4:3.



9048.



9049.



9051.

9048. Apparat zur Messung des Verhältnisses der Lichtgeschwindigkeiten in Luft und Glas aus den Abständen von Beugungstreifen. (Phys. Ztschr. VII p. 473, 1906; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 303, 1906.) Auf einem Stativ ist ein Glaswürfel montiert. Auf der einen Seite desselben befindet sich ein mit Millimeterskala versehener durchscheinender Schirm, auf der anderen Seite ein Rowland'sches Gitter, und zwar in solcher Höhe, daß das Gitter zur Hälfte über den Glaswürfel hinausragt. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Das Bild eines vertikalen Spaltes wird nach Wegnahme des Gitters so auf den Schirm projiziert, daß die obere Hälfte des Lichtstreifens über dem Glaswürfel vorbei, die untere Hälfte durch den Glaswürfel geht. Bringt man nun das Gitter wieder an seine Stelle, so erscheinen die Spektren erster Ordnung in Luft und Glas in ungleichen Abständen. Werden diese Abstände auf der Millimeterskala gemessen, so findet man, daß sie sich wie 3:2 verhalten. Zwischenschalten einer roten Glasplatte gestattet genaueres Messen.

9049. Apparat zur Demonstration der Wellenlehre. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 271, 1906.) Nebst großer Wanne, den nötigen Einsätzen, Glasplatten etc. [Fig. $\frac{1}{13}$ nat. Gr.]

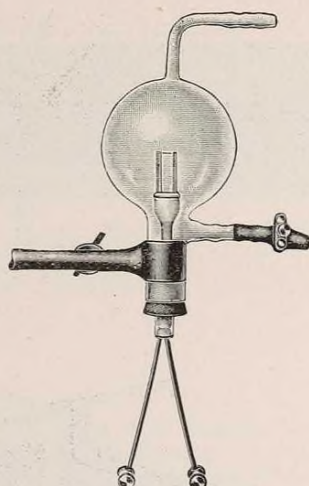
Die Wanne wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Um das Wellenbild einem größeren Zuhörerkreise sichtbar zu machen, wirft man das Licht einer Bogenlampe schräg auf die Wasseroberfläche und läßt die reflektierten Strahlen auf den Projektionsschirm auffallen. An die schwingenden Lamellen können verschiedene Stifte und Bleche befestigt werden. In die Wanne lassen sich ferner Glasplatten legen, um die Brechung an einem Prisma, einer Bikonvex- oder Bikonkavlinse zu zeigen.

9050. Diapositive der verschiedenen Wellenformen, die mit dem Wellenapparate Nr. 9049 erzeugt werden. (Ibid.) Diese Diapositive tragen zur Erleichterung des Verständnisses der verschiedenen Wellenformen bei. 7 verschiedene Bilder. Das Stück

9051. Kohlenfadenlampe. (Sonderheft I, Fig. 2 u. 3 p. 5, 1904.) Mit diesem Apparate lassen sich folgende Versuche machen: 1. Glühendmachen eines 2 mm dicken Kohlestäbchens durch einen Netzstrom von 10 Ampère; 2. Messung der Spannung an den Enden des Kohlestäbchens; 3. wie oben aber mit Akkumulatorenstrom ca. 6 Volt; 4. dieselben Versuche in einer Leuchtgas-, 5. in einer Wasserstoffgas-, 6. in einer Kohlensäure-Atmosphäre. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Mk.	Pf
36	—
75	—
1	50
15	—

Apparate
nach
Grimschl.



9052.

1. Versuch: Nachdem man die Glashülle entfernt hat, verbindet man die beiden Polklemmen mit der Starkstromleitung; bei einer Stromstärke von 10 Ampère fängt das Kohlestäbchen an dunkelrot zu glühen, allmählich geht die Rotglut in Weißglut über. Sobald das Stäbchen sehr intensiv glüht, wird der Strom unterbrochen; man beachtet jetzt, daß das Stäbchen bedeutend dünner geworden ist. Schaltet man den Apparat aufs neue ein, so brennt das Stäbchen in kurzer Zeit durch.

2. Versuch: Man verbindet mit den Klemmen des Apparates außerdem ein Voltmeter und wiederholt den Versuch 1. Dabei beobachtet man anfangs eine Spannung von etwa 6 bis 10 Volt; diese Spannung steigt allmählich bedeutend an, bis sie im Augenblick, wo das Stäbchen durchbrennt, gleich der Netzspannung ist; umgekehrt nimmt die Stromstärke andauernd ab, bis sie beim Durchbrennen gleich 0 ist. Wiederholt man die Ablesung, so ergibt sich, daß das Produkt aus Spannung und Stromstärke stets das gleiche ist.

3. Versuch: In den Apparat wird ein kürzeres Kohlestäbchen gesetzt, so daß etwa 3 Akkumulatoren genügen, um dasselbe zum Glühen zu bringen; die Stromstärke ist dann also wiederum gleich 10 Ampère. Auch jetzt wird das Kohlestäbchen während des Abbrennens allmählich dünner; jedoch ist bei diesem Versuch eine Helligkeitszunahme kaum zu beobachten. Nur im Moment, wo das Stäbchen durchbrennt, tritt eine momentane Helligkeitssteigerung ein. Die Spannung beträgt während des ganzen Versuches 6 Volt, ist also konstant, dagegen nimmt auch bei diesem Versuche die Stromstärke fortwährend ab. Da trotz dieser Abnahme der in Wärme verwandelten Stromenergie die vom Stäbchen ausgestrahlte Lichtmenge die gleiche bleibt, so muß der Widerstand zugenommen haben, das Stäbchen muß dünner geworden sein, was tatsächlich an der späteren Durchbrandstelle der Fall ist.

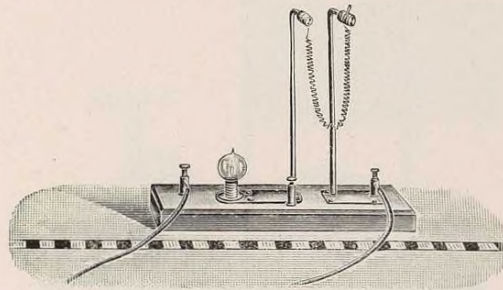
4. Versuch: Nachdem man die in der Figur gezeichnete Glaskapsel über den Kohlestab gebracht hat, verbindet man den Apparat wie bei Versuch 1 mit der Starkstromleitung unter Vorschalten des nötigen Widerstandes. Leitet man jetzt Leuchtgas durch den Apparat, das man nach seinem Austritt aus diesem entzündet, so bemerkt man, daß die Helligkeit des glühenden Fadens allmählich abnimmt; an dem Kohlestäbchen findet eine ziemlich starke Kohleabscheidung statt; auch die Glaskapsel wird infolge des sich niederschlagenden Kohlestaubes allmählich schwarz; hat man in das Gasableitungsrohr etwas feine weiße Watte gebracht, so wird auch diese langsam grau. Die Gasflamme nimmt allmählich an Helligkeit ab, besonders dann, wenn nur wenig Gas durch den Apparat fließt. Im Gasableitungsrohr ist ferner eine Wasserabscheidung zu bemerken, weil eine teilweise Verbrennung des Wasserstoffs auf Kosten des im Leuchtgas enthaltenen Sauerstoffs eintritt.

5. Versuch: Leitet man durch die Glaskapsel Wasserstoffgas, so findet man, daß bei sonst gleichen Verhältnissen der Kohlestab weniger intensiv glüht, wie in der Leuchtgasatmosphäre. Dies rührt daher, daß infolge des hohen Wärmeleitungsvermögens des Wasserstoffs eine beträchtliche Abkühlung des Stäbchens eintreten muß.

6. Versuch: Durch die Glaskapsel wird Kohlensäure geleitet. Um das sich entwickelnde Kohlenoxydgas nachzuweisen, leitet man das Gasgemisch durch Natronlauge oder über Aetznatron; das Kohlendioxyd wird dadurch absorbiert und das austretende Kohlenoxydgas läßt sich entzünden. Ebenso gut kann man die beiden Gase auch auf Blut reagieren lassen und dieses spektroskopisch untersuchen.

9052. **Glühlampenmodell.** (Sonderheft I, Fig. 4 p. 9.) Zu ähnlichen Versuchen wie der vorige Apparat. Mit Stromzuführung zu dem zwischen 2 Pinzetten ausgespannten Kohlefaden und mit Zu- und Ableitungsrohr für die Gase. Ohne Stativ. [Fig. 1/6 nat. Gr.]

Mk. Pf.



9054.

1. Versuch: Die Glaskugel wird in einem Bunsenstative festgeklemmt, der Gummistopfen mit den Pinzetten herausgenommen, ein kleines Stückchen eines Glühlampenfadens dazwischen geklemmt und der Stopfen wieder an seine Stelle eingesetzt. Der Apparat wird nun entweder an eine Starkstromleitung unter Zwischenschaltung eines passenden Regulierwiderstandes oder an eine Akkumulatorenbatterie angeschlossen. Der Kohlefaden gerät zunächst in Rotglut. Der mittlere Teil wird immer heller, bis er in Weißglut gerät und durchbrennt.

2. Versuch: Nachdem man einen neuen Kohlefaden eingesetzt hat, leitet man Leuchtgas durch die Glaskugel hindurch, das man an einem in die untere Oeffnung mittels Gummischlauch angebrachten Glasröhrchen anzündet. Wenn man jetzt den Apparat mit einem Strom von 3 Akkumulatoren speist, so bleibt der Kohlefaden dunkel; erst bei 5 oder 6 Akkumulatoren fängt er an zu glühen. Es rührt dies daher, daß das Leuchtgas ein besserer Wärmeleiter ist, wie die atmosphärische Luft. Sobald der Kohlefaden anfängt, weiß zu glühen, unterbricht man den Strom; es läßt sich jetzt beobachten, daß der Faden dicker geworden ist. Nun entfernt man einen Akkumulator und wiederholt den Versuch, wobei die Erscheinungen dieselben sind; auch wenn man einen weiteren Akkumulator ausschaltet, wiederholen sich die Erscheinungen. Sind nur noch 2 Akkumulatoren eingeschaltet, so glüht der Faden andauernd rot oder weiß. Sobald auch die Pinzetten anfangen zu glühen, schaltet man den Strom aus. An dem Kohlefaden bemerkt man nun, daß sich graphitartige Kohle abgelagert hat und es ist daher dieser Versuch sehr geeignet zur Demonstration der Graphitierung von Kohlenfäden in der Glühlampentechnik.

3. Versuch: Wenn man statt Leuchtgas Wasserstoffgas durch die Glaskugel leitet, so benötigt man eine größere Akkumulatorenbatterie um denselben Kohlefaden in's Glühen zu bringen, als in der Leuchtgasatmosphäre.

4. Versuch: Nachdem man die Glaskugel mit Leuchtgas ausgespült hat, evakuiert man dieselbe. Jetzt genügt schon eine Spannung von 4 Volt, um den Faden ins Glühen zu bringen und es kann diese Glühlampe dauernd gebraucht werden ohne daß eine Abnahme der Lichtstärke stattfindet.

9053. **Apparat für Wärmeleitung und Wärmestrahlung.** (Sonderheft I, Fig. 8 p. 13 u. p. 50.) Bestehend aus 2 Glühlampen, von denen die eine luftleer, die andere mit Wasserstoffgas gefüllt ist, auf gemeinsamem Grundbrett, und 2 als Thermoskope dienenden Pappschirmen, von denen der eine auf der Rückseite mit Staniol, der andere mit mattschwarzem Papier beklebt ist.

Die beiden parallel geschalteten Lampen werden mit dem Starkstromnetz verbunden. Die luftleere Lampe leuchtet normal, die mit Wasserstoffgas gefüllte leuchtet gar nicht; dagegen bemerkt man leicht, daß die Wasserstofflampe sehr heiß geworden ist, während die luftleere Lampe sich fast gar nicht erwärmt hat. Um diese verschiedene Erwärmung zu zeigen, berührt man die Lampen mit dem mit Staniol hinterklebten Schirm; die an der Wasserstofflampe anliegende Stelle dieses Schirmes färbt sich nach wenigen Augenblicken dunkel, wogegen die Vakuumlampe fast ohne Einfluß auf den Schirm ist. Nun stellt man den mit schwarzem Papier hinterklebten Schirm ungefähr 1 cm von den Lampen entfernt auf, und zwar so, daß die schwarze Seite den Lampen zugekehrt ist. Jetzt färbt sich das vor der Vakuumlampe befindliche Papier dunkel und das vor der Wasserstofflampe stehende bleibt hell.

9054. **Widerstandsänderung der Metalle beim Erwärmen.** (Sonderheft I, Fig. 12 p. 18.) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

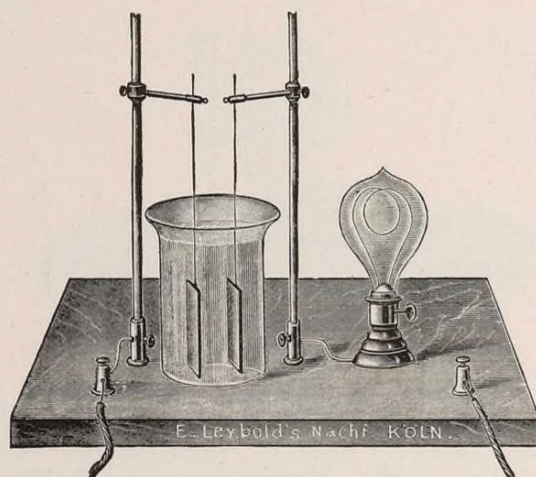
Nachdem man die Eisendrahtspirale in die beiden oberen Klemmen befestigt hat, verbindet man die beiden äußeren auf dem Grundbrette sitzenden Klemmschrauben mit 2 hintereinander geschalteten Akkumulatoren. Die Glühlampe brennt mit normaler Lichtstärke; sobald man aber die Eisendrahtspirale mit Hilfe einer Bunsenflamme bis zur Rotglut erwärmt, nimmt die Glühlampe an Leuchtkraft ab und fängt erst wieder an zu glühen, wenn sich der Eisendraht allmählich wieder abgekühlt hat. Legt man an die Klemme rechts und an

Mk. Pf.

14 50

12 —

Apparate
nach
Grimsehl.



9055.

die mittlere Klemme ein Voltmeter, so bemerkt man, daß bei kalter Eisenspirale die Spannung etwa 1 Volt beträgt, bei Rotglut des Eisendrahtes dagegen 3 Volt, die Spannung der Glühlampe also zuerst 3 Volt und nachher 1 Volt ist. Benutzt man anstatt des Eisendrahtes einen Draht aus Manganin, Konstantan oder Nickel, so ist die Leuchtkraft der Glühlampe dieselbe, ob die Drahtspirale erwärmt wird oder nicht. Es läßt sich also auf diese Weise sehr hübsch die Notwendigkeit der Verwendung solcher Widerstandsdrähte bei technischen Widerständen demonstrieren.

9055. **Apparat zum Nachweis, daß destilliertes Wasser erst bei Zusatz eines Tropfens Schwefelsäure den Strom leitet.** (Sonderheft I, Fig. 15 p. 22.) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Der Apparat wird an die betreffende Stromquelle angeschlossen. Füllt man das Glasgefäß mit destilliertem Wasser, so bleibt die Lampe dunkel; fügt man dem Wasser einige Tropfen Schwefelsäure oder Salzsäure zu, so fängt die Lampe an zu glühen und zwar hängt der Grad der Helligkeit von der Konzentration des Elektrolyten ab. Fügt man anstatt einer Säure einen Nichtelektrolyten bei, z. B. Rohrzucker, so kommt die Lampe nicht zum Glühen. Nimmt man anstatt destilliertem Wasser gewöhnliches Leitungswasser, so glüht die Lampe sofort, auch ohne Zusatz eines weiteren Elektrolyten.

Dieser Apparat eignet sich auch gut dazu die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes einer Flüssigkeit von dem Querschnitt und der Dicke der Flüssigkeitssäule zu demonstrieren. Hebt man nämlich die Elektroden aus der Flüssigkeit heraus oder entfernt sie voneinander, so nimmt jedesmal die Helligkeit der Glühlampe ab.

9056. **Glühlampenlaterne.** (Verhandlungen d. D. phys. Ges. V p. 321, 1904; Phys. Ztschr. IV p. 756, 1904; Sonderheft I, Fig. 39 p. 53, 1904.) Dieser einfache Projektionsapparat ist hauptsächlich für optische Versuche bestimmt. Er eignet sich besonders gut zur Darstellung eines Spektrums, zur Demonstration der Wirkung von Spiegeln und Linsen bei einem parallelen Strahlenbündel, der reellen Bilder und der optischen Instrumente. Mit Nernstlampe, Tischchen und verschiedenen Blenden. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

9057. **Grimsehl: Die elektrische Glühlampe im Dienste des physikalischen Unterrichts.** Sonderheft I Band 1 d. Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. Berlin, Julius Springer, 1904

9058. **Apparat zum Nachweis der Entstehung eines elektrischen Stromes bei der Bewegung eines Leiters durch ein magnetisches Kraftfeld.** (S. d. Fig. auf p. 958.)

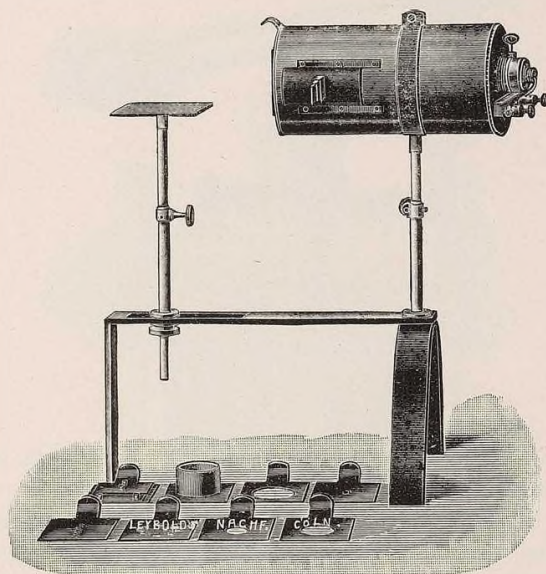
Zum Nachweis der Induktionsströme, die beim Bewegen eines Leiters senkrecht zu den Kraftlinien eines magnetischen Feldes erzeugt werden, benutzt man gewöhnlich zur Erzeugung des magnetischen Feldes einen starken Elektromagneten oder, wenn man nur einen permanenten Stahlmagneten verwendet, benutzt man zum Nachweis des nur schwachen Stromes ein empfindliches Spiegelgalvanometer, weil wegen der äußerst geringen Spannung, die an den Enden des die Kraftlinien schneidenden Leiters entsteht, der in dem Leiter und dem Galvanometer fließende Strom nur sehr schwach ist. Man kann aber auch bei sehr geringer Spannung einen starken Strom erzeugen, wenn man den Widerstand

Mk. Pf.

34 —

58 —

2 —



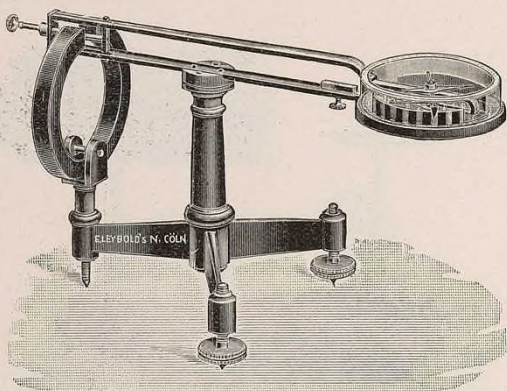
9056.

des gesamten Stromkreises äußerst niedrig wählt. So gelingt es, in dem vorliegenden Apparat die Stromstärke so weit zu steigern, daß sie hinreicht, in einer einzigen Drahtwindung bei einer astatischen Magnetnadel einen Ausschlag bis zu 60° zu erzeugen.

Der Apparat besteht aus einem auf einem Stativ angebrachten ringförmigen Magneten, dessen Pole, nur wenige Millimeter voneinander entfernt, einander gegenüber stehen. So entsteht zwischen den Polen wegen des geringen magnetischen Widerstandes ein starkes magnetisches Feld, während die Feldstärke schon in einem Abstände von wenigen Zentimetern so gering ist, daß sie kaum mehr auf eine Magnetnadel ablenkend einwirkt. Auf der dem Stahlmagneten gegenüber liegenden Seite des Stativs (in der Figur die rechte Seite) ist unter einer zylindrischen Glasglocke eine astatische Magnetnadel, die mittels Achat-hütchen auf einer Stahlspitze leicht beweglich schwebt, angebracht. Senkrecht zur Magnetnadel ist ein leichter Zeiger mit umgebogenen dreieckigen Spitzen befestigt. Die Enden des Zeigers sind rot angemalt und schweben über einer weithin sichtbaren Einteilung. Man kann an der Bewegung der mit der astatischen Nadel verbundenen roten Marke die Bewegung der Nadel selbst von weitem erkennen. Eine aus Flachkupfer hergestellte Schleife umgibt die astatische Nadel so, daß die untere Nadel zwischen der Schleife, die obere oberhalb derselben drehbar ist. So ist der rechte Teil des Apparates zu einem Galvanometer mit außerordentlich geringem Widerstande ausgebildet. Die die Galvanometerschleife bildenden Flachkupferstäbe sind nach links so weit verlängert, daß sie das magnetische Feld des ringförmigen Stahlmagneten zwischen sich einschließen. Hier sind die Flachkupferstäbe geschlitzt und in den Schlitten kann ein kurzes, dickes, vertikales Kupferstäbchen in horizontaler Richtung bewegt werden. Die Führung dieses Stäbchens in den Schlitten geschieht einerseits federnd zwischen den Schlitten, andererseits durch eine Hülse aus Vulkanfaser, die die äußersten Enden der Flachkupferstäbe verbindet. Infolge des außerordentlich geringen Widerstandes des ganzen Apparates wird bei der Bewegung des vertikalen

Mk. Pf.

Apparate
nach
Grimsehl.



9058.

Stäbchens ein solch starker Strom erzeugt, daß die Magnetnadel einen Ausschlag bis zu 60° ausführt. In unmittelbarer Nähe des Galvanometers auf der rechten Seite des unteren Flachkupferstabes ist ein kleiner Stabmagnet verschiebbar und drehbar angebracht, mit dessen Hülfe man das astatische Nadelpaar so drehen kann, daß die Nadeln in der Ebene der Galvanometerschleife schweben, daß also der über der Teilung spielende Zeiger die für die Zuhörer günstigste Lage hat.

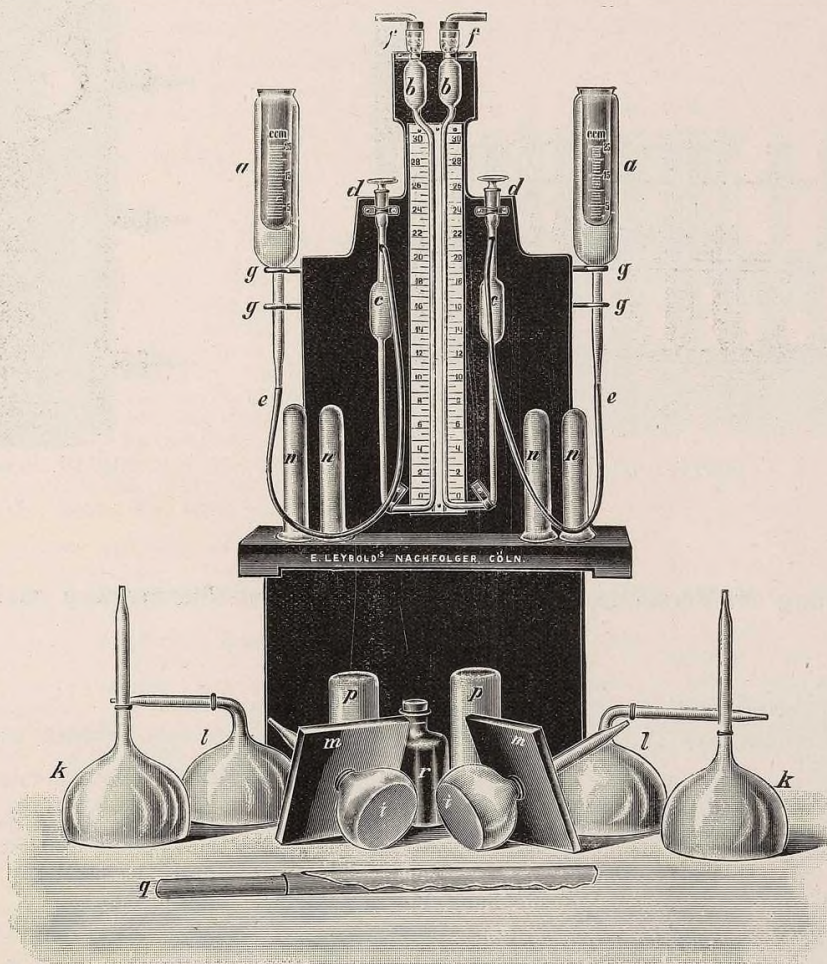
Die Entstehung des Stromes kann man deuten, indem man entweder sagt: ein Leiter schneidet die magnetischen Kraftlinien senkrecht oder: bei einem geschlossenen Leiter wird die Zahl der die Leiterfläche durchsetzenden Kraftlinien vermehrt oder vermindert.

Bei der Übersichtlichkeit des Apparates ist es leicht, die Beziehung zwischen dem Sinne der Kraftlinien, dem Sinne der Bewegung und der Richtung des erzeugten Stromes nach der rechten Handregel oder der Ampère'schen Schwimmerregel abzuleiten. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Beim Arbeiten mit dem Apparat hat man besonders darauf zu achten, daß an den Gleitstellen ein vollkommener metallischer Kontakt hergestellt ist, da sonst der Uebergangswiderstand an dieser Stelle leicht so groß wird, daß bei der geringen Spannung die Stromstärke nur schwach ist. Die maximale Wirkung erhält man, wenn man die Gleitstellen kurz vor der Demonstration amalgamiert. Das geschieht am einfachsten dadurch, daß man mit einem dünnen Glasstäbchen an die Gleitstellen einen Tropfen Quecksilbernitrat bringt und diesen durch Hin- und Herbewegen des beweglichen Leiters gleichmäßig verteilt. Es ist aber dann sorgfältig mit einem reinen Tuch jede Spur Flüssigkeit wieder zu entfernen, da sonst bei Nichtgebrauch eine starke Oxydation an dieser Stelle eintritt, die später nur mühsam wieder entfernt werden kann.

Mk. Pf.

80 —

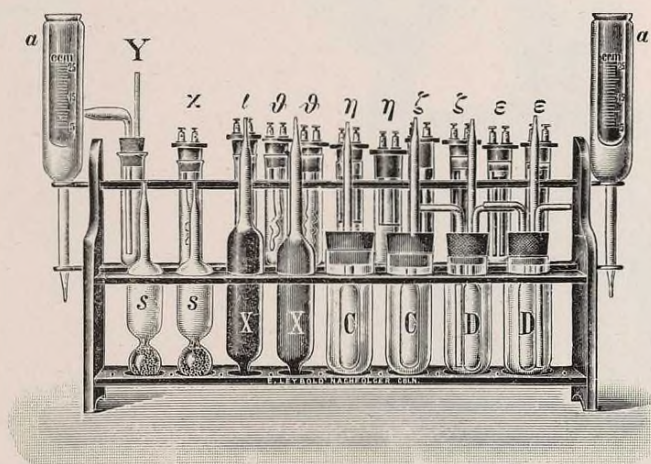
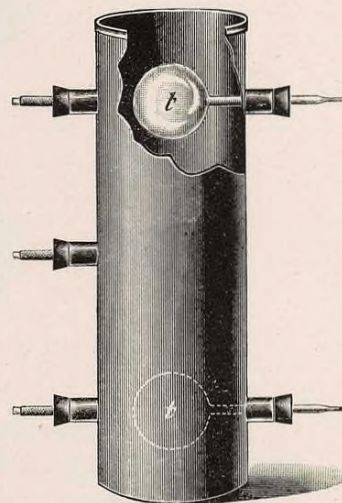
9059 I. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.

Doppel-Thermoskop nach Prof. Looser-Essen.

Für viele Versuche auf dem Gebiete der Wärmelehre und auch für viele andere Versuche als empfindliches Manometer vorzügliche Dienste leistend. Die Ausschläge sind deutlich sichtbar, und zwar sowohl von vorn als auch von der Rückseite des Apparates, so daß Lehrer und Schüler zugleich das Steigen und Fallen der beiden Flüssigkeitssäulen und die Unterschiede auf der in halbe Zentimeter geteilten Skala ablesen können. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII p. 291, 1895; IX p. 265, 1896; XI p. 105, 1898; XV p. 257, 1902; XIX p. 333, 1906.) [Fig. 9059 I—XVII.]

Preise siehe nach der Beschreibung.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.

9059 II. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.9059 III. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.

Beschreibung der Versuche, die sich mit dem Doppel-Thermoskop nach Looser machen lassen.

Ausdehnung fester Körper.

1. Versuch: Ausdehnung des Glases.

Gebraucht wird: 1 Dreifuß, 1 Literflasche, Gummistopfen, Glasrohr, 1 Gefäß mit siedendem Wasser (Kessel).

Stelle den Dreifuß über den Abguß, fülle die Literflasche bis auf 5–6 cm vom Halse mit Wasser von der Zimmertemperatur. Verschließe sie mit einem Gummistopfen, der ein Glasrohr für den Schlauch *e* des Thermoskops enthält. Schließe diesen an. Warte den Stillstand der Flüssigkeitssäule ab. Gieße in kurzen Pausen heißes Wasser über die Literflasche. Die Flüssigkeitssäule des Thermoskops sinkt bei jedem erneuten Gießen.

Ausdehnung flüssiger Körper.

2. Versuch: Alkohol dehnt sich stärker aus als Wasser.

Gebraucht wird: 2 Erlenmeyerkolben, 2 Gummistopfen, einmal durchbohrt, 2 Glasröhren mit Kugeln, die darin passen.

Fülle einen Erlenmeyerkolben mit Wasser, den anderen mit Alkohol. Setze die Gummistopfen mit den Glasröhren auf. Setze beide Kolben in ein weiteres Gefäß *M*. Öffne die Hähne *d* des Thermoskops. Schließe die Gummischläuche des Thermoskops an die Glasröhren an. Schließe die Hähne, gieße Wasser von 50–70 Grad in das Gefäß *M*. Die Flüssigkeitssäule auf seiten des Alkohols steigt höher.

3. Versuch: Warmes Wasser ist spezifisch leichter als kaltes.

Gebraucht wird: Hohes Standglas (Einmachglas), 2 Schrotkapseln (*s* Fig. 9059 II), langes Trichterrohr.

Schließe die Kapseln an das Thermoskop an. Warte bei offenen Hähnen *d* den Ausgleich mit der Zimmertemperatur ab. Schließe die Hähne. Lege die eine Kapsel auf den Boden. Hänge die andere mit Draht an den oberen Rand des Gefäßes. Fülle das Gefäß zur Hälfte mit Wasser von der Zimmertemperatur, dann fülle mittelst des Trichterrohres vorsichtig warmes Wasser nach.

4. Versuch:

Gebraucht wird: Wie bei 3.

Gieße mittelst des bis auf den Boden reichenden Trichterrohres vorsichtig Eiswasser zu.

5. Versuch: Derselbe Versuch in anderer Form.

Gebraucht wird: Seitlich 2 mal durchbohrtes Standglas oder Blechgefäß mit Ansätzen oben und unten. (Fig. 9059 III.)

Führe in die Ansätze mittels Korkstopfen 2 Kugelrohre (an Stelle der meist schon vorhandenen Thermometer), verfähre dann wie in 3 und 4.

Bem.: Die 3 auf der anderen Seite des Blechzylinders Fig. 9059 III angebrachten Tubuli dienen zu Versuchen über Ausflußgeschwindigkeit usw.

6. Versuch: Ausdehnung des Wassers zwischen Null und 4 Grad.

Gebraucht werden: Die Apparate des Vers. 5.

Schließe die Kapseln an das Thermoskop an, warte Temperatenausgleich ab. Gieße Wasser von Null Grad in das Gefäß des Versuchs 5. Laß es während einer Stunde im warmen Zimmer stehen. Nach einiger Zeit schon zeigt das oben angeschlossene Manometer tieferen Stand, später kehrt sich das Verhältnis um.

7. Versuch: Derselbe Versuch mit gewöhnlichem Standglas.

Gebraucht werden: Die Apparate wie in Versuch 3.

Fülle das Standglas mit Eiswasser. Laß bis zur Anstellung des Versuchs Eisstücke darin schwimmen. Bereite die Schrotkapseln vor wie in Versuch 4, senke die eine bis zum Boden, die andere hänge mit Draht an den Rand. Nimm die Eisstücke weg. Verlauf des Versuchs wie in Versuch 6.

Ausdehnung gasförmiger Körper.

8. Versuch: Ausdehnung der Luft. Wichtig als Einleitungsversuch vor dem ersten Gebrauch des Thermoskops.

Gebraucht wird: Große Halbkugel (k Fig. 9059 I), Gummigebläse von irgend einem Zerstäuber, gewöhnliche Spritze, Becherglas mit Eis.

Schließe an den einen Schlauch des Thermoskops die Halbkugel, an den anderen die Spritze oder ein Gummigebläse. Vermittelst des letzteren presse Luft in das Manometer. Die Flüssigkeit steigt. Mache auf die Bewegung der letzteren aufmerksam. Schließe die Spritze an. Laß damit ebenfalls die Luft im Manometer steigen und öffne den Hahn. Erklärung. Schließe den Hahn wieder. Ziehe jetzt den Kolben der Spritze zurück. Öffne den Hahn. Erklärung. Blase mit dem Munde Luft in ein Manometer, sauge an dem anderen. Lege jetzt erstens die Hand auf die Halbkugel, die Flüssigkeitssäule steigt. Öffne den Hahn, schließe ihn wieder. Die Säule sinkt. Setze ein kleines Becherglas mit Eis gefüllt auf die Halbkugel. Die Säule sinkt. Öffne den Hahn, schließe ihn wieder, die Säule steigt. Erklärung.

9. Versuch: Erwärmte Luft steigt auf.

Gebraucht wird: 1 Pappzylinder, 20—25 cm lang, von der Weite der großen Halbkugel. Große Halbkugel (k Fig. 9059 I) Tiegelzange, Feuerschwamm oder Holzkohle, Halter, Stricknadel, Nagel, Bunsenbrenner, Kork, Blechdeckel.

Bestreiche einen halben Bogen Zeichenpapier mit Kleister. Wickle ihn um einen Glaszylinder von ungefähr 10 cm Weite. Brenne mit glühendem Nagel 2 einander gegenüber liegende Löcher. Stecke eine Stricknadel hindurch, klemme diese (mit Kork) in einen Halter. Schließe die große Halbkugel frei, nicht durch die Ringe, an den Schlauch des Thermoskops. Setze den Halter mit dem Papierzylinder so, daß letzterer unten ungefähr 10 cm vom Tische absteht. Lege auf einen Blechdeckel eine glühende Holzkohle oder ein Stück Feuerschwamm. Halte die Halbkugel mit Tiegelzange über die Papprolle. Geht dies nicht ohne weiteres, so stelle das Thermoskop höher.

10. Versuch: Abgekühlte Luft sinkt.

Gebraucht wird: Vorbereitung wie Versuch 9. Becherglas mit Kältemischung, Pappdeckel mit kreisförmigem Ausschnitt.

Schließe die große Halbkugel an (durch die Ringe). Stelle den Pappzylinder so darüber, daß der untere Rand 1 cm absteht. Bringe ein Becherglas mit Eis und Kochsalz gefüllt in ein Pappstück mit kreisförmigem Ausschnitt, so daß es darin hängt. Hänge dieses nun in den oberen Teil des Zylinders. Bem.: Das Pappstück soll den oberen Teil des Zylinders nicht ganz verschließen, also nur an 2 gegenüber liegenden Stellen diesen überragen.

11. Versuch:

Gebraucht wird: Dieselbe Vorbereitung wie Versuch 9 und 10.

Führe die Kältemischung unten ein, den Deckel mit Kohle oder Feuerschwamm oben und zeige, daß jetzt (fast) gar keine Wirkung auf die Halbkugel eintritt (Strahlung!).

12. Versuch: Die oberen Luftschichten eines Zimmers sind wärmer als die unteren.

Gebraucht wird: Stange, Ring (wie am Thermoskop), langer Gummischlauch mit Ansatz für den Thermoskopschlauch, große Halbkugel (k Fig. 9059 I).

Stecke die große Halbkugel durch den Ring des Stabes und dann in einen gewöhnlichen Gummischlauch, wie er für die Bunsenbrenner verwertet wird. Schließe den Schlauch mittelst Verjüngungsstückes an den des Thermoskops. Halte die Halbkugel anfangs in der Höhe des Tisches. Warte den höchsten Stand der Flüssigkeitssäule ab, hebe dann den Stab langsam höher. Die Fenster müssen vor dem Versuch einige Zeit geschlossen sein.

Wärmeleitung.

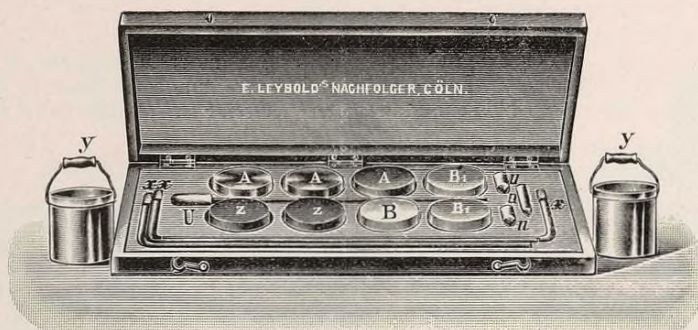
a) In festen Körpern.

13. Versuch: Kupfer leitet besser als Eisen.

Gebraucht werden: 2 rechtwinklig gebogene Metallstäbe aus Eisen und Kupfer (x Fig. 9059 IV), Kapseln (a Fig. 9059 I), Bunsenbrenner, kleines Gefäß mit Wasser.

Lege die Stäbe mit den kurzen Enden in die Kapseln, kreuze ihre freien Enden in einigen cm Abstand, den (frei) tiefer hängenden oben. Fülle die Kapseln jetzt ganz mit Wasser von der Zimmertemperatur. Setze einen Bunsenbrenner unter die Kreuzungsstelle. Auf Seite des Kupfers steigt die Flüssigkeitssäule höher.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



9059 IV $\frac{1}{6}$ nat. Gr.

14. Versuch: Holz leitet die Wärme besser in der Richtung der Fasern, als senkrecht dazu.

Gebraucht werden: 2 runde Holzplatten (z Fig. 9059 IV), in der einen laufen die Fasern parallel zur Zylinderachse (Kernholz) in der anderen senkrecht 2 Zinkbecher (y Fig. 9059 IV), 1 Gefäß mit Ausguß, mit Wasser gefüllt, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenflamme, 2 kleine matte Halbkugeln (i Fig. 9059 I).

Schließe die Halbkugeln an die Schläuche des Thermoskops, lege die Holzstücke darauf und warte den Temperatenausgleich ab. Fülle die Zinkbecher mit siedendem Wasser. Laß auf dem Drahtnetz das Wasser nach dem Einfüllen nochmals aufkochen, damit beide genau gleich warm sind. Setze die Becher auf die Holzplatten. Nach 2 Minuten zeigt sich ein deutlicher Unterschied im Stande der Flüssigkeitssäulen zugunsten der Platten aus Kernholz.

15. Versuch: Bergkrystall leitet die Wärme am besten in der Richtung der krystallographischen Hauptachse.

Gebraucht werden: 2 Platten aus Bergkrystall (B_1 Fig. 9059 IV) mit Längs- und Querrichtung der Krystallachse. Das übrige wie in Versuch 14.

Der Versuch verläuft genau wie Versuch 14. Der Temperatenausgleich der Halbkugeln ist genau zu beobachten, erst dann lege die Platten auf.

16. Versuch: Unterschiede der Wärmeleitung in verschiedenen Stoffen.

Gebraucht werden: Eine Platte aus Kupfer (A Fig. 9059 IV), eine aus Holz (B). Das übrige wie in Versuch 14.

Lege die Platten auf, warte den Wärmeausgleich ab. Setze die Becher mit siedendem Wasser auf und verfähre wie in Versuch 14.

17. Versuch: Seide leitet schlechter als Baumwolle.

Gebraucht werden: Seiden- und Baumwollläppchen, quadratisch, von der Größe der kleinen Halbkugel, das übrige wie in Versuch 14.

Schichte die quadratischen Läppchen so auf, daß sie von den mit Wasser gefüllten Zinkbechern bedeckt, ungefähr 1 cm Höhe erreichen. Lege sie auf die kleinen Halbkugeln.

18. Versuch: Die spezifische Wärme beeinflusst die Wärmeleitung. (Tyndalls Versuch mit dem Wismutwürfel.)

Vorbereitung wie Versuch 14, Kupfer- und Bleiplatte (A Fig. 9059 IV).

Verfähre genau wie bei Versuch 14. Lege die Kupfer- und Bleiplatte auf die Halbkugeln und warte dann den Ausgleich der Temperatur ab. Nach Aufsetzen der Becher mit siedendem Wasser steigt die Flüssigkeitssäule auf der Seite des Bleies.

Tyndall setzte einen Kupfer- und Wismutwürfel auf eine heiße Unterlage und zeigte, daß Wachs auf dem Wismutwürfel eher zum Schmelzen kam. Der aufsteigende heiße Luftstrom beeinflusst jedoch das Ergebnis. Der oben angegebene Versuch ist einwandfrei.

19. Versuch: Wärmeschutzmittel. (Lüdtke.)

Gebraucht werden: 2 große Halbkugeln (k Fig. 9059 I), ein Stück Wollstoff oder Seide groß genug, um eine Halbkugel einzuhüllen, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenbrenner.

Schließe die Halbkugeln an die Schläuche an (nicht durch die Ringe). Setze sie mit den ebenen Flächen auf ein Drahtnetz, das den Dreifuß bedeckt. Erwärme langsam mit möglichst kleiner Flamme die Halbkugeln, bis beide Flüssigkeitssäulen auf 30 stehen. Nimm die Flamme weg, setze beide Halbkugeln in die Ringe ohne den Schlauch abzunehmen (die Ringe sind geschlitzt). Umhülle eine Kapsel mit dem Stoffe.

b) Wärmeleitung in Flüssigkeiten.

20. Versuch: nach Schwalbe und Lüpke.

Gebraucht werden: Die beiden Kapseln (C Fig. 9059 II), Gefäß mit warmem Wasser.

Fülle die eine Kapsel mit Wasser oder Alkohol, die andere mit Glyzerin (oder Quecksilber) und schließe die Schläuche des Thermoskops an. Setze nach Eintritt des Temperatenausgleichs die beiden Kapseln in ein gemeinsames Gefäß. Gieße Wasser von ungefähr 50 Grad zu.

Strömungen und die Unterschiede der spezifischen Wärme beeinflussen den Versuch. Besser ist die folgende Anordnung.

21. Versuch: Wärmeleitung in Flüssigkeiten.

Gebraucht werden: 2 Flaschen (Selterswasserflaschen) mit abgesprengtem Boden, 2 kleine Halbkugeln (i Fig. 9059 I) 2 Zinkgefäße (y Fig. 9059 IV), 2 Korkstopfen.

Siehe Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII, Fig. 8, p. 294, 1895.

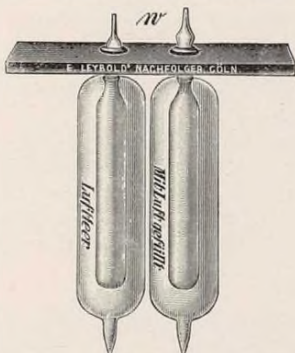
Stecke die kleine Halbkugel durch einen Korkstopfen, befestige sie mittelst dieses Korks im Innern der Flasche. Befestige das Zinkgefäß so am Rande der Flasche (mit Drahtumwicklung), daß sein Boden 1—2 cm über der Fläche der Halbkugel steht. Gieße die zu vergleichenden Flüssigkeiten ein, warte Temperaturausgleich ab. Gieße heißes Salzwasser in die Zinkbecher, decke sie zu. Die Ergebnisse sind nicht sehr deutlich, zeigen aber durch die Länge der Zeit, ehe eine Einwirkung sichtbar wird, die schlechte Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten. Will man nun die schlechte Leitungsfähigkeit des Wassers zeigen, so lasse man einen Blechdeckel halb mit Alkohol gefüllt auf dem Wasser schwimmen (statt des Bechers) und zünde den Alkohol an.

22. Versuch: Wärmeleitung der Gase (nach Schwalbe und Lüpke).

Gebraucht werden: 2 Kapseln (D Fig. 9059 II), 1 weiteres Gefäß für beide Kapseln D, Wasser von 30—40°, Gummischläuche, Apparate zur Erzeugung von Kohlensäure und event. Wasserstoff.

Schließe an den kürzeren Schenkel einer Kapsel D den Leuchtgasschlauch an, den anderen Schenkel verbinde ebenfalls durch längeren Schlauch mit einem Bunsenbrenner, um das auftretende Leuchtgas verbrennen zu lassen. Wenn dies nicht vorhanden, verbinde in derselben Art mit einem Wasserstoffapparat. Dann ist es besser das Gas in die Luft austreten zu lassen.

An der anderen Kapsel verbinde das längere Glasrohr mit einem (Kipp'schen) Kohlensäureapparat. Laß die Gase eine halbe Minute lang hindurchströmen. Setze sie beide in ein gemeinsames Gefäß. Schließe die Hähne des Thermoskops. Gieße Wasser von 30—40° zu. Der Versuch ist wegen der gleichzeitig auftretenden Strömungen in den Gasen und wegen der Verschiedenheit der spezifischen Wärmen nicht einwandfrei.



9059 V.

23. Versuch: Theorie der Dewar'schen Gefäße.

Gebraucht werden: 2 Gefäße (Fig. 9059 V), das eine enthält Luft, das andere ist luftleer, Gewichte, ein beide Kapseln aufnehmendes Gefäß, Wasser von 60°.

Schließe die durch das Brett ragenden Enden an das Thermoskop an. Setze beide Kapseln in ein gemeinsames Gefäß. Schließe die Hähne des Thermoskops. Gieße das warme Wasser zu. Es zeigt sich ein bedeutender Unterschied.

Wärme durch Veränderung des Aggregatzustandes.

24. Versuch: Lösungswärme.

Gebraucht werden: Kapsel a, Fig. I, Einsatzglas (n Fig. 9059 I), zu $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt, 2—3 gr gepulverter Salmiak oder Salpeter, auf geknicktem, glattem Papier liegend, Holzstäbchen zum Rühren.

Setze das Einsatzglas mit Wasser in die Kapsel a. Warte den Ausgleich der Temperatur ab. Schütte das Salz in das Einsatzglas. Rühre mit dem Holzstäbchen.

25. Versuch: Lösungswärme von Kalium- und Natriumsalzen.

Gebraucht werden: Wie vorhin, 2 Holzstäbchen, Kalium und Natriumsalze, je 3 gr.

Fülle die Kapseln a (ohne Einsatzglas) mit je 15 ccm Wasser. Gib auf ein glattes Papier je 3 gr Chlorkalium, auf ein zweites 3 gr Chlorammonium. Schütte die Salze nach vollständigem Temperatúrausgleich in die Kapseln. Rühre.

Es ergaben sich bei Parallelversuchen als Differenz

Chlornatrium 9 mm	Kaliumnitrat 84—97 mm
Chlorkalium 37 mm	Rhodankalium 86 mm
Chlorammonium 97—100 mm	Rhodanammonium 115 mm.

26. Versuch: Lösungswärme. Wärmeverbrauch proportional der Salzmenge.

Gebraucht werden: 2 Kapseln (a Fig. 9059 I), 5 gr Chlorammonium, 5 mal je 1 gr Chlorammonium, 2 Holzstäbchen.

**Doppel-
Thermoskop
nach Looser.**

Gib die Salze auf 6 glatte Papierstücke, die in der Mitte gefalten sind. Fülle beide Kapseln mit 25 ccm Wasser. Gieße nach sorgfältigem Temperatúrausgleich die 5 gr Salz in die eine Kapsel. Rühre. Notiere den Stand. (Unterschied ungefähr 10 cm.) Gib in die andere Kapsel 5 mal 1 gr Salz. Rühre. Warte die Konstanz der Flüssigkeitssäule ab. Jedes Gramm gibt ungefähr 2 cm Unterschied.

27. Versuch: Disgregation (Jonenbildung). [Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XI p. 115, 1898.]

Gebraucht werden: 2 Kapseln (*a* Fig. I), gesättigte Lösung von Chlorammonium oder Kalisalpeter, Holzstäbchen.

Fülle die eine Kapsel mit 15 ccm Wasser, die andere mit 20 ccm. Gieße zur ersten 10 ccm Salzlösung, zur zweiten 5 ccm. Rühre. Es zeigt sich in beiden Fällen weitere Abkühlung.

28. Versuch: Wärmeerzeugung beim Krystallisieren von Salzen.

Gebraucht werden: Kapsel (*a* Fig. 9059 I), 1 Einsatzgläschen (*n* Fig. 9059 I), unterschwefligsaures Natron, 1 Gefäß mit heißem Wasser.

Schließe die Kapsel *a* an. Stelle das Einsatzgläschen mit dem Salz gefüllt in heißes Wasser bis alles Salz geschmolzen ist. Laß an der Luft abkühlen. Setze das Einsatzglas in die Kapsel. Schließe den Hahn nach dem Temperatúrausgleich. Wirf einen kleinen Kristall des Salzes in die geschmolzene Menge. Es erfolgt Kristallisation und starke Wärmeentwicklung.

Bemerkungen: 1. Die Abkühlung läßt sich anfangs dadurch beschleunigen, daß man das Einsatzgläschen mehrmals in nicht zu kaltes Wasser taucht. 2. Wenn man später den Versuch wiederholen will, so gebraucht man am besten nicht wieder dasselbe Einsatzglas, weil dabei häufig freiwilliges Erstarren der Masse eintritt (vermutlich durch zu starke Adhäsion).

29. Versuch: Nachweis, daß beim Schmelzen Wärme verbraucht wird.

Gebraucht werden: 2 Kapseln (*X* Fig. 9059 II, von denen die eine mit Walrat, die andere mit Wachs gefüllt ist), 1 Glasgefäß zur Aufnahme der Kapseln. Wasser von 65°.

Schließe die Kapseln an das Thermoskop an. Setze sie in das Glasgefäß. Warte auf Temperatúrausgleich. Gieße das warme Wasser zu. Da der Schmelzpunkt von Walrat unter 50°, der des Waxes meist bei 60–65° liegt, so schmilzt Walrat zum Teil und verbraucht dazu Wärme, nicht aber das Wachs. Die spezifischen Wärmen beider sind nahezu gleich.

Will man die Schmelztemperaturen der Stoffe bestimmen, so sauge man von der geschmolzenen Substanz in eine Kapillare und schließe sie an der Flamme beiderseits. Mit dünnem Gummiringe befestigt man sie ans Thermometer und taucht beides in Wasser von der zu erwartenden Schmelztemperatur. Durch vorsichtiges Nachfüllen von warmem und kaltem Wasser ist es jetzt leicht, den Schmelzpunkt und den Erstarrungspunkt mehrere mal zu bestimmen. Nimm aus vielen das Mittel.

30. Versuch: Wärmeverbrauch beim Verdunsten.

Gebraucht werden: 2 große gerade Halbkugeln (*k* Fig. 9059 I), mehrere Blatt Filtrierpapier, kreisförmig von gleichem Durchmesser, Wasser, Alkohol, Glycerin, Aether.

Schließe die Halbkugeln an das Thermoskop. Lege auf jede ein Blatt Filtrierpapier. Warte den Temperatúrausgleich ab. Als Doppelversuche träufele auf die eine Seite Wasser, auf die andere Glycerin oder entsprechend Wasser-Alkohol, Alkohol-Aether.

Bemerkung: Zwischen 2 Versuchen warte den Ausgleich ab, für Aether ist es kaum nötig; die Abkühlung ist so stark, daß die Skala des Thermoskops nicht ausreicht und die Flüssigkeitssäule mehrfach herabgesetzt werden muß.

31. Versuch: Einfluß des Sättigungsgrades der Umgebung auf das Verdunsten.

Gebraucht werden: 2 große gerade Halbkugeln (*k* Fig. 9059 I), 2 Scheiben Filtrierpapier wie in 30. Alkohol. Ein Becherglas von der Weite der Halbkugeln, so daß es, mit der Oeffnung nach unten, auf die Halbkugel aufgesetzt werden kann, Bausch von Filtrierpapier, Glasplatte.

Schließe die Halbkugeln an. Warte auf Temperatúrausgleich. Netze die beiden aufeinander gelegten Stücke Filtrierpapier mit Alkohol. Laß abträufeln. Lege auf jede Halbkugel eines der feuchten Blätter. Netze den Bausch Filtrierpapier mit Alkohol. Laß abträufeln, lege ihn auf die Glasplatte. Stülpe das Becherglas darüber. Warte den Tiefstand der Flüssigkeitssäule ab. Stülpe auf der Seite, wo die Flüssigkeitssäule am tiefsten steht, das im Innern mit Alkoholdampf gesättigte Glas über. Die Flüssigkeitssäule steigt jetzt wieder fast bis zum anfänglichen Standpunkte.

32. Versuch: Eisbildung durch Verdunstung von Aether; Unterkühlung.

Gebraucht werden: Kapsel *a* Fig. 9059 I, Einsatzglas mit 2 Röhren (*P* Fig. 9059 II), Aether, kaltes abgekochtes Wasser, Gummischlauch.

Schließe Kapsel *a* an das Thermoskop an. Fülle das Einsatzglas zu einem Drittel mit Aether. Befestige den Gasschlauch an das rechtwinklig gebogene Glasrohr des Einsatzglases. Gib ungefähr 6 ccm abgekochtes Wasser in die Kapsel *a*. Setze jetzt das Einsatzglas ein. Das Wasser soll jetzt etwa bis je $\frac{2}{3}$ der Höhe der Kapsel stehen oder auch noch etwas höher. Leite Leuchtgas durch. Entzünde es an dem aufrechtstehenden Rohre. Beobachte 1. die stetige Abnahme der Temperatur durch den verdunsteten Aether, 2. die plötzliche Wärmeentwicklung bei der Bildung des Eises; das Wasser war unterkühlt, 3. die Konstanz der Flüssigkeitssäule bei weiterer Abkühlung durch den verdunstenden Aether.

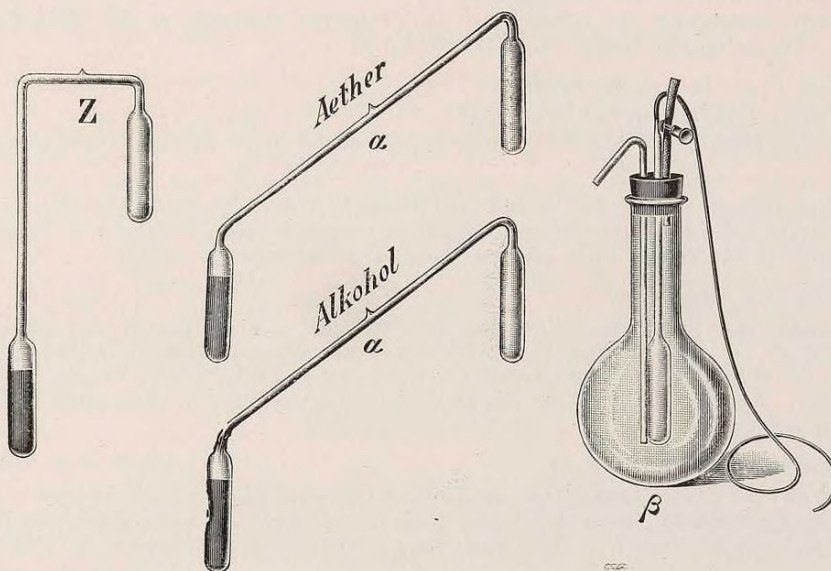
Durch Heben des Einsatzglases, an dem die Kapsel *a* festgefroren ist, weise die feste Eisschicht nach. Halte die Kapsel *a* nur einige Zeit mit der Hand umspannt. Warte bis sich das Einsatzglas mit dem daran hängenden Eiszylinder zwanglos herausnehmen läßt. Nimm den Stopfen ab. Gieße den Aetherrest aus, gieße Wasser hinein, so fällt der gebildete Eiszylinder von selbst herunter.

Bemerkung: Ist, wie häufig morgens, der Gasdruck gering, so ziehe das rechtwinklig gebogene Glasrohr etwas nach oben oder stelle das ganze Thermoskop schräg. Soll die Unterkühlung, die im Anfangsunterricht verwirrend wirken könnte, vermieden werden, so muß das Wasser, anstatt ausgekocht, durch Schütteln tüchtig mit Luft gesättigt werden. Ist kein Leuchtgas zur Verfügung, so bediene man sich eines beliebigen Gebläses (Blasebalg, Gummiballgebläse oder dergl.), nur zünde man dann den Aetherdampf nicht an.

33. Versuch: *Eisbildung durch Aether*. Andere Form des Versuchs.

Gebraucht werden: Deckel einer Blechdose, von der ungefähren Größe der kleinen Halbkugel i Fig. 9059 I, 2 Stücke kreisförmiges Fliespapier darauf passend. Wasser, Aether, Blasebalg.

Schließe die kleine Halbkugel an, tränke das Fliespapier reichlich mit Wasser. Gieße einige Kubikzentimeter Aether in den Deckel, setze den Deckel auf das Fliespapier. Blase langsam hinein. Weise durch Aufheben nach, daß der Deckel angefroren ist. Manchmal beobachtet man auch Steigen der Flüssigkeitssäule durch Unterkühlung.



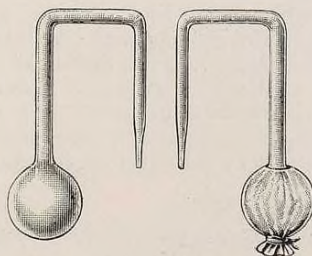
9059 VI. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.

34. Versuch: *Eisbildung im Kryophor*.

Gebraucht werden: Kryophor in die Kapsel *a* passend (Z Fig. 9059 VI), Kältemischung aus Eis und Kochsalz, Elementenglas.

Setze den Kryophor in die Kapsel *a*. Hebe das Thermoskop und setze das untere Ende des Kryophors in das Elementenglas (ein Becherglas wird zu leicht verlegt). Füge Kältemischung zu bis der untere Teil vollständig davon bedeckt ist. Verfolge die allmähliche Abkühlung und zeige nachher die Eiskruste.

Bemerkung: Statt fertiger Eismischung kann man auch abwechselnd Lagen von Eisstücken und Kochsalz einführen und ab und zu etwas festdrücken, damit die untere Erweiterung stets in Berührung mit dem Kältegemisch ist.



9059 VII.

35. Versuch: *Erklärung der Wirkungsweise des August'schen Psychrometers*.

Gebraucht werden: 2 Glaskugeln mit 2 mal gebogenem Rohransatz; die eine mit altem Leinen umwickelt (Fig. 9059 VII), Becherglas mit Wasser. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX, Fig. 6 p. 340, 1906.)

Schließe die Kugeln an. Temperatúrausgleich. Setze unter die mit Leinen überzogene Kugel ein Gefäß mit Wasser, so daß der überstehende Zipfel zu drei Viertel eintaucht. Beobachte das allmähliche Aufsteigen des Wassers (Kapillarität) sichtbar durch Verschiedenheit der Transparenz. Vergleiche den Stand der

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.

Flüssigkeitssäule am Anfang und am Ende einer Stunde, während mehrerer Tage. Vergleiche mit den entsprechenden Angaben des Thermometer des Psychrometers.

36. Versuch: Konstanz des Schmelzpunktes.

Gebraucht werden: 1 mit Schrot beschwerte Kapsel (s Fig. 9059 II), Elementenglas, Eis.

Setze die an das Thermoskop angeschlossene Kapsel in Wasser. Schließe den Hahn. Füge Eisstücke zu. Rühre. Die Konstanz tritt bald ein.

37. Versuch: Andere Form des vorigen Versuchs.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Holzstäbchen, Wasser, Eis.

Gieße etwas Wasser in die Kapsel. Schließe den Hahn. Bringe unter vorsichtigem Rühren kleine Eisstückchen in das Wasser.

38. Versuch: Erniedrigung des Gefrierpunktes durch Salze.

Gebraucht werden: wie in Versuch 36.

Wirf nach Beendigung von Versuch 36 eine Handvoll Kochsalz in die Mischung von Eis und Wasser. Rühre. Beobachte des Sinken der Flüssigkeitssäule.

39. Versuch: Andere Form des vorigen Versuchs.

Gebraucht werden: wie in Versuch 37.

Gib nach Beendigung des Versuchs 37 einige Prisen Salmiak hinzu. Rühre. Beobachte die Temperaturabnahme.

40. Versuch: Andere Form der Versuche 38 und 39 (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XI, p. 115, 1898) und Nachweis, daß die Erniedrigung des Siedepunktes innerhalb gewisser Grenzen der zugefügten Salzmenge proportional ist. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 339, 1906.)

41. Versuch: Konstanz des Siedepunktes.

Gebraucht werden: 1 mit Schrot beschwerte Kapsel (s Fig. 9059 II), die mittelst eines Korkes in einem Brettchen (m Fig. 9059 I) befestigt ist, Becherglas mit Wasser, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenbrenner.

Schließe die mit Brett versehene Kapsel an. Setze sie in ein Gefäß mit Wasser. Öffne den Hahn. Erwärme das Wasser. Schließe den Hahn bei Beginn des sogenannten Siedens. Beobachte, daß die Flüssigkeitssäule beim Sieden stehen bleibt.

42. Versuch: Andere Form des Versuchs 41.

Gebraucht werden: Drahtspirale in Kork ($\varnothing$ Fig. 9059 II), Kapsel *a*, Wasser.

Führe eine Drahtspirale durch eine dünne Kork- oder Holzplatte. Setze sie lose in die mit warmem Wasser oder Alkohol gefüllte Kapsel *a*. Laß einen Strom durch die Spirale gehen.

43. Versuch: Salze erhöhen den Siedepunkt.

Gebraucht werden: Wie bei Versuch 41.

Wirf nach Beendigung von Versuch 41 eine Handvoll Kochsalz in das siedende Wasser. Beobachte die anfängliche Temperatur-Erniedrigung und die darauf folgende neue Konstanz des höheren Siedepunktes.

44. Versuch: Wie Versuch 42.

Wirf nach Beendigung von Versuch 42 einige Prisen Salmiak oder Kochsalz in das Wasser und beobachte die nunmehr erfolgende Erhöhung des Siedepunktes.

45. Versuch: Die Erhöhung des Siedepunktes ist proportional der zugeführten Salzmenge. (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 339, 1906.)

46. Versuch: Verdampfungswärme von Alkohol und Aether.

Gebraucht werden: 2 Kapseln *a*, 2 Pulshammerröhren (*a* Fig. 9059 VI), die eine mit Aether, die andere mit gefärbtem Alkohol gefüllt, Becherglas, Stativ, Wasser von 50°.

Laß die Flüssigkeiten in den spitzwinklig gebogenen Teil laufen. Setze den anderen Teil in die Kapsel *a*, den oberen Teil in das leere Becherglas, dessen Stand auf Stativ vorher entsprechend geregelt war. Fülle die Kapsel *a* mit Wasser. Gieße in das Becherglas das warme Wasser, so daß es 5 mm über dem Alkohol-Aetherspiegel steht. Beobachte 1. daß die Flüssigkeitssäulen fast in gleicher Weise steigen, daß aber 2. die überdestillierten Mengen sich fast wie 1:3 verhalten, daß 3. die überdestillierte Flüssigkeit farblos ist. Zeige an diesem Apparate die üblichen Versuche mit dem sogenannten Pulshammer.

47. Versuch: Temperatur des Dampfes aus Salzlösungen.

Gebraucht werden: Apparat β Fig. 9059 VI, Kochsalzlösung gesättigt, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, Schrauben, Quetschhahn.

Fülle die Flasche bis unten an den Hals mit Kochsalzlösung. Lege einige Tarier-Pyropen hinein (Quarzstückchen). Verbinde den Receptor durch möglichst langen Schlauch mit dem Thermoskop. Bringe die Flüssigkeit zum Sieden. Warte den Stillstand der Flüssigkeitssäule des Thermoskops ab. Drehe die Flamme klein. Schließe den Quetschhahn. Laß die austretende Flüssigkeit in ein hochstehendes Gefäß fließen. Beobachte, daß die Flüssigkeitssäule höchstens 1—1,5 cm sinkt.

Die Salzlösung hat 108,4°; wäre der Dampf, wie Rudberg meint, nur 100° warm, so müßte die Flüssigkeitssäule des Thermoskops weit tiefer sinken.

48. Versuch: Abänderung des vorigen Versuchs.

Gebraucht werden: Gesättigte Kochsalzlösung, Flasche mit doppelt durchbohrtem Kork, 2 gerade

Glasrohrstücke; an einem hängt mittelst längerem Schlauch eine Kapsel (Schrotkapsel), durch das andere Rohrstück geht eine Stange Draht, der an der Kapsel befestigt ist.

Fülle wie in Versuch 47. Wenn die Flüssigkeitssäule des Thermoskops steht, so ziehe mittelst des Drahtes die Kapsel aus der Salzlösung in den überstehenden Dampf, *ohne das Sieden zu unterbrechen*. Beobachte, daß die Flüssigkeitssäule kaum eine Aenderung zeigt.

49. Versuch: Erniedrigung des Siedepunktes unter 1 Atmosphäre.

Gebraucht werden: Eine Literflasche β Fig. 9059 VI mit 3fach durchbohrtem Korkstopfen; durch diesen gehen 1. derselbe Rezeptor wie in Versuch 47, 2. ein zur Kapillare ausgezogenes Glasrohr, 3. ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr. Wasserluftpumpe, Wasser, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner.

Verbinde die Wasserstrahl Luftpumpe mit dem rechtwinklig gebogenen Glasstück mittelst Druckschlauch. Fülle die Flasche bis zum unteren Teil des Halses mit (womöglich warmem) Wasser. Nimm die Kapillarröhre ab. Verbinde den Rezeptor (die Kapsel) mit dem Thermoskop. Erwärme bis zum Sieden, d. h. bis zur Konstanz der Flüssigkeitssäule. Laß die Luftpumpe wirken. Setze die Kapillare ein. Beobachte das Sinken der Flüssigkeitssäule.

Wer diesen Versuch machen will, braucht Versuch 41 nicht zu machen.

50. Versuch: Erhöhung der Siedetemperatur bei Drucken über einer Atmosphäre.

Gebraucht werden: Dieselbe Flasche wie bei den Versuchen 47 und 49 β Fig. 9059 VI; durch die 3 Oeffnungen gehen der Rezeptor wie bei 47 und 49, ein zweimal gebogenes Glasrohr, das kurze Ende im Flaschenhalse, das längere (20—30 cm) nach außen, ein nicht zu kurzer (ca. 15 cm langer) Glasstab, zugeschmolzenes Glasrohrstück zum Verschuß. Ein Standglas mit Wasser, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner.

Fülle den Bauch der Flasche mit Wasser. Schließe den Rezeptor an das Thermoskop. Entferne den Glasstab. Setze den Stopfen mit Rezeptor usw. ein. Laß den längeren Schenkel des Glasrohres in das mit Wasser zu $\frac{2}{3}$ gefüllte Standglas tauchen, so daß das Rohr 10—15 cm in Wasser taucht. Das kurze Ende darf nicht ins Wasser tauchen. Schließe den Hahn des Thermoskops. Erwärme bis zum Sieden. Verstopfe die dritte Oeffnung (Hand mit Handtuch umwickeln, wenn der Stab kurz ist). Beobachte, daß jetzt der Dampf, um durch das Wasser zu gehen, den Gegendruck einer Flüssigkeitssäule zu überwinden hat. Die Flüssigkeitssäule des Thermoskops steigt.

Wärme und Arbeit.

51. Versuch: Wärme durch Reibung.

Gebraucht werden: Kleine Halbkugel k Fig. 9059 I. Bürste.

Schließe die Halbkugel an. Warte den Ausgleich der Temperatur ab. Schließe den Hahn. Reibe die matte Oberfläche mit einer Bürste (Weinhold).

52. Versuch: Wärme durch Reibung.

Gebraucht werden: Halbkugel i Fig. 9059 I, Holzstück, Schmirgelleinen, 4 Heftzwecken.

Hefte das Schmirgelleinen auf ein Brett. Schließe die Halbkugel an usw. wie 51. Zeige, daß durch Anfassen mit der Hand (halbe Minute) sich das Holzstück kaum erwärmt hat. Reibe jetzt kräftig auf dem Schmirgelleinen. Lege das Holzstück mit der geriebenen Fläche auf die Halbkugel.

53. Versuch: Wärme durch Reibung.

Gebraucht werden: Kork, Korkbohrer, Kapsel a Fig. 9059 I, Wasser.

Schließe a an, fülle ungefähr 20 ccm Wasser von der Zimmertemperatur ein. Drehe den Korkbohrer mehreremal rasch im Kork um. Führe ihn in das Wasser ein.

Statt des Wassers kann auch Alkohol genommen werden, der sich wegen der geringeren spezifischen Wärme stärker erhitzt.

54/55. Versuch: Wärme durch Reibung.

Gebraucht werden: Kapsel a , Alkohol, Zentrifugalapparat, Metallzylinder, 2 Hölzer durch Charnier verbunden (vergl. unseren Hauptkatalog Nr. 457 p. 83).

Schließe Kapsel a an. Fülle sie zur Hälfte mit Alkohol. Warte Temperatenausgleich ab. Schließe den Hahn des Thermoskops. Halte die Holzbacken fest gegen den sich drehenden Zylinder. Tauche ihn in die mit Alkohol gefüllte Kapsel.

Dasselbe mit Hohlzylinder der mit Alkohol halb gefüllt ist. Gieße nach dem Drehen den erwärmten Alkohol in die trockene Kapsel a .

56. Versuch: Wärme durch Schlag.

Gebraucht werden: Zinnstück an Draht (u Fig. 9059 IV), Hammer, Kapsel a , Alkohol.

Hämmere das Zinnstück kräftig auf einer Steinunterlage, tauche es in die zur Hälfte mit Alkohol gefüllte Kapsel a .

57. Versuch: Wärme durch Biegung von Metallen.

Gebraucht werden: Halbkugel, Bleiplatte.

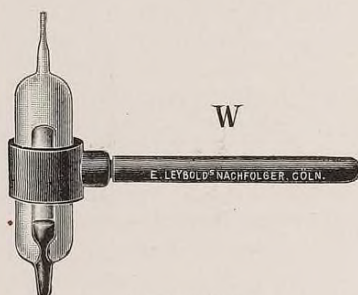
Fasse die Bleiplatte mit 2 Zangen. Biege sie mehreremal hin und her. Lege sie auf die Halbkugel.

58. Versuch: Wärmeezeugung durch geschütteltes Quecksilber.

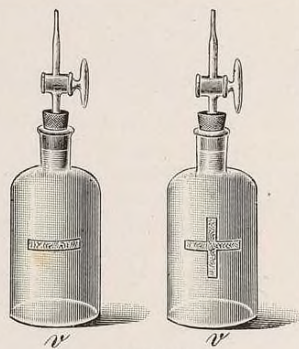
Gebraucht wird: Apparat W Fig. 9059 VIII p. 968.

Spanne den Apparat an das Thermoskop, schüttle kräftig eine Minute lang. Beobachte, daß die Säule um 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm steigt.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



9059 VIII.



9059 X.

V
9059 IX.

Schüttle eine andere an das Thermoskop angeschlossene Kapsel in gleicher Weise. Zeige, daß die Wärme im vorigen Versuch nicht etwa von Reibung und Verbiegung des Schlauches oder Reibung der Kapsel an der Luft herrührt.

59. Versuch: Kälte bei Verdünnung, Wärme bei Verdichtung der Luft.

Gebraucht werden; Apparat V Fig. 9059 IX, Luftpumpe, Druckschlauch.

Schließe die Spitze *a* des Rezeptors an das Thermoskop, das Ansatzstück der Glasumhüllung *b* mittelst Druckschlauch an die Luftpumpe. Warte den Temperatenausgleich ab. Beobachte, daß nach 2 Zügen die Flüssigkeitssäule sinkt, schließe jetzt den Verbindungshahn der Luftpumpe oder setze einen Quetschhahn auf den Druckschlauch. Beobachte, daß die Flüssigkeitssäule langsam steigt. Zeige daran, daß nicht eine Deformation des Rezeptors das Herabgehen der Flüssigkeitssäule bewirkte. Lass nach erfolgtem Temperaturausgleich jetzt die Luft wieder zutreten. Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule. (Verfahren nach Linde zur Verflüssigung der Luft.)

Bemerkung: Saugen am Druckschlauch zeigt schon geringe Abkühlung.

60. Versuch: Kälte bei Verdünnung, Wärme bei Verdichtung der Luft (Methode von Clément und Desormes).

Gebraucht werden: 2 Flaschen mit Hähnen mit + und — bezeichnet (*v* Fig. 9059 X).

Verdichte in der mit + bezeichneten Flasche die Luft durch möglichst kräftiges Einblasen. Verdünne sie in der anderen durch Ansaugen. Laß beide einige Minuten stehen. Oeffne die Hähne. Beobachte wie die Luft pfeifend durch die Hähne geht. 2 bis 3 Sekunden nach dem Aufhören des Geräusches schließe die Hähne. Setze den Schlauch des Thermoskops an. Oeffne jetzt die Hähne (langsam) wieder. Auf seiten der + Flasche mit verdichteter Luft zeigt sich ein Steigen, an der anderen Flasche ein Sinken der Flüssigkeitssäule.

Erklärung: Nach dem Oeffnen der + Flasche dehnt sich die Luft aus und kühlt sich rasch ab, nicht aber die Innenwand der Flasche. Nach dem Wiederschließen des Hahnes erwärmt sich die abgekühlte Luft an der noch warmen inneren Glaswand. Diese Erwärmung zeigt sich durch Steigen der Flüssigkeitssäule beim Oeffnen der jetzt mit dem Thermoskop verbundenen Flasche. Die nachträgliche Erwärmung bewirkt die vorhergegangene Abkühlung. Aehnlich erklärt sich der andere Versuch.

61. Versuch: Kälte bei Verdünnung, Wärme bei Verdichtung eines Gases.

Gebraucht werden: 2 große Halbkugeln (*k* Fig. 9059 I).

Treibe durch Blasen die Flüssigkeit des Manometers in die obere Erweiterung. Presse den Schlauch am Mundende fest zu. Setze ihn so an die Halbkugel. Die Flüssigkeitssäule sinkt, weil sie die Luft darin verdichtet. Sie stelle sich etwa bei 30 ein. An dem anderen Schlauche sauge und stelle etwa auf 0 ein. Verfahre wie vorhin. Lass die Flüssigkeitssäule genau zur Ruhe kommen. Oeffne beide Hähne, so daß beide Flüssigkeitssäulen auf 15 stehen. Warte die Schwankungen der Flüssigkeitssäule ab. Schließe beide Hähne; die eine Flüssigkeitssäule steht ungefähr auf 16, die andere auf 14.

62/63. Versuch: Die Abkühlung eines Gases bei Druckverminderung ist der Differenz des Anfang- und Enddruckes proportional.

Gebraucht werden: 2 große Glasflaschen von 4 und 8 Liter Inhalt. Großer Rezeptor, rechtwinklig gebogenes Ansatzrohr, Manometer, Wasserluftpumpe, Druckschlauch.

Siehe zu diesen Versuchen Ztschft. f. d. phys. u. chem. Unt. XI, p. 105, 1898.

Wärme durch chemische Umsetzungen.

64/65. Versuch: Wärmeerzeugung bei der Bildung von Salzen.

Gebraucht werden: 2 Kapseln *a*, kalte verdünnte Schwefelsäure 1 : 10, Zink, Salpetersäure, Kupfer, 2 Einsatzgläser.

Schließe die Kapseln *a* an. Setze 2 Einsatzgläser ein. Gieße die Säuren (20—25 ccm) ein. Warte den Temperatenausgleich ab. Setze in die Schwefelsäure ein Stück Zinkblech, in die andere Kapsel ein Stück Kupferblech.

Fülle beide Kapseln mit verdünnter Schwefelsäure und verfähre wie oben. Setze links einen sorgfältig amalgamierten, rechts einen gewöhnlichen Zinkstreifen ein. (Zur Theorie des galvanischen Elementes.)

66. Versuch: Die Wärmemenge, die entbunden wird, wenn ein Metall ein anderes aus der Lösung verdrängt, ist stets dieselbe, welches auch das Säure-Radikal ist. (Gesetz von Tommasi.)

Gebraucht werden: Normallösungen von Kupferchlorid und Kupfersulfat, Zinkstaub, 2 Kapseln *a*. (Siehe über diesen Versuch „Lüpke, Elektrochemie“ III. Auflage p. 84, und Ztschft. f. d. phys. u. chem. Unt. XV. p. 262, 1902.)

67/69. Versuch: Bildungswärme chemischer Verbindungen. Thermochemische Differenz.

Gebraucht werden: 3 Zinkstreifen, 3 Eisenblechstreifen von gleicher Größe 1 cm breit, Lösung von Kupfersulfat, 2 Kapseln *a*, 0,65 gr Zinkstaub, 0,56 gr Eisenpulver. ferrum hydr. red.

Fülle 20 ccm der Kupferlösung in die Kapsel. Warte Temperatenausgleich ab. Stelle einen Zinkblechstreifen hinein.

Fülle in die beiden Kapseln 20—22 ccm nahezu gesättigte Kupferlösung. Setze nach Temperatenausgleich in eine Kapsel mit der Pinzette 3 Streifen Zinkblech, in die andere das Eisenblech. Die Wärmemengen sollen sich nach Ostwald wie 4 : 3 verhalten. Die auf seiten des Zinks ist aber wegen der Verunreinigungen größer.

Fülle in die Kapseln gesättigte Kupferlösung links 0,65 gr Zink, rechts 0,56 gr Eisen. Wiederhole den Versuch nachdem die Lösung auf das 2 bis 2,5 fache verdünnt wurde. Rühre mit Holzstab, setze die Deckgläser auf. Die Differenz ist nahezu 6,1 : 3,9.

(Vgl. Ztschft. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 262, 1902; Ostwald Grundriß der allgem. Chemie, III. Auflage, p. 281.)

70. Versuch: Wärmeerzeugung bei der Bildung von Salzen.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Einsatzglas, Ammoniak, Wasser, Salzsäure.

Setze das Einsatzglas, zu ein Drittel mit Wasser gefüllt, in die Kapsel. Warte Temperatenausgleich ab. Fülle ungefähr 5 ccm Ammoniaklösung zu. Beobachte, daß keine Wärme frei wird (Mischung); gieße jetzt Salzsäure zu.

71. Versuch: Wärme beim Mischen von Wasser mit Schwefelsäure.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Einsatzglas, Wasser, Schwefelsäure. Gieße die Schwefelsäure langsam zu dem Wasser.

72. Versuch: Absorption von Wasserdampf durch Schwefelsäure.

Gebraucht werden: Große gerade Halbkugel (*k* Fig. 9059 I), Glas- oder Porzellanschale, konzentrierte Schwefelsäure.

Schließe die Halbkugel an das Thermoskop. Setze sie in die Schale. Die flache Seite unten. Warte Temperatenausgleich ab. Gieße über die Halbkugel, sie möglichst gleichmäßig benetzend, etwas Schwefelsäure. Beobachte das prompte Steigen der Flüssigkeitssäule.

73. Versuch: Wärme beim Mischen von Alkohol und Wasser.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Alkohol, Wasser.

Ähnlich wie Versuch 70 (ohne Einsatzglas).

74. Versuch: Wärme bei der Bildung von Kalikarbonat aus Aetzkali und Kohlensäure.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Einsatzglas, Kalilauge, am besten frisch bereitet und gekühlt; Kohlensäureapparat.

Schließe die Kapsel an, fülle 5—7 ccm Aetzkali in das Einsatzglas. Dieses setze in *a*. Warte Temperatenausgleich ab. Leite einen Strom von Kohlensäure durch.

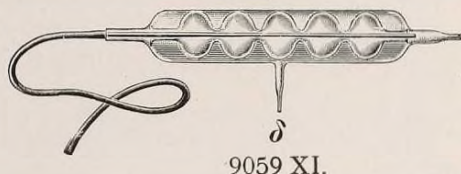
75/76. Versuch: Zwei ähnliche Versuche.

Gebraucht werden: 2 große gerade Halbkugeln (*k* Fig. 9059 I), 2 runde Stück Filtrierpapier, 2 Bechergläser, größer als die Halbkugeln, Salzsäure, Ammoniakgas, Ammoniaklösung und Chlorwasserstoffgas, Glasstab, Glasplatte.

Lege auf die Halbkugel ein Stück Filtrierpapier, traufele darauf einige Tropfen Salzsäure. Koche Ammoniaklösung in einem mit Stopfen und Rohr versehenen Glaskölbchen. Fange das entweichende Gas in einem Becherglase auf, das unten, soweit es geht, mit einer Glasplatte verschlossen ist. Ziehe das Rohr heraus, laß das Becherglas umgekehrt auf der Glasplatte stehen bis das Gas die Zimmertemperatur angenommen hat. Bringe beides über die Halbkugel. Ziehe die Glasscheibe weg. Führe das Becherglas über die Halbkugel.

Entwickle durch Erwärmen von Salzsäure in einem Kochkölbchen mit 2 mal gebogenem Glasrohr Chlorwasserstoffgas. Laß es in ein Becherglas nach der Verdrängungsmethode (vom Boden aus) einströmen. Decke bis zur Erkaltung mit der Glasplatte zu. Setze die andere Halbkugel an den Schlauch (nicht durch die Ringe). Befeuchte ein Stück Filtrierpapier mit Ammoniak. Laß es an die über einen Glasstab nach unten hängende Halbkugel anheften. Führe jetzt das Gefäß mit Chlorwasserstoffgas von unten über die Halbkugel.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



77/78. Versuch: Wärme bei chemischer Verbindung zweier Gase.

Gebraucht werden: Apparat Fig. 9059 XI, Apparat zur Entwicklung von Kohlensäure (Kipp) und Ammoniak, Chlorwasserstoff, Stickstoffoxyd.

Schließe die Spitze δ ans Thermoskop. Laß von einer Seite einen Strom Kohlensäure, von der anderen Ammoniakgas oder Chlorwasserstoff einströmen. Beobachte im ersteren Falle die Bildung von Krystallen (am trockenen Glase). Laß Stickstoffoxyd in die Röhre eintreten. Bei der Oxydation zu Stickstoffdioxid tritt sehr starke Erwärmung ein. Statt der Kühlvorrichtungen genügt Einschieben einer langen Glasröhre.

79. Versuch: Wärme bei Aufnahme des Krystallwassers.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, Einsatzglas, ausgeglühtes Kupfersulfat, frisch bereitet, Wasser.

Fülle Kapsel *a* mit Wasser. Wirf einige Gramm des Salzes hinein. Beobachte die Wärme. Parallelversuch zu 25.

80. Versuch: Die nicht leuchtende Bunsenflamme ist heißer als die leuchtende.

Gebraucht werden: 2 Metallstäbe aus Kupfer (*x* Fig. 9059 IV), 2 Kapseln *a*, 2 Bunsenbrenner, Wasser.

Schließe die Kapseln *a* an. Lege die Stäbe mit dem kurzen Ende in die Kapseln. Fülle mit Wasser nach. Setze die Brenner in die Nähe der längeren Enden (10 cm entfernt). Warte, bis die Flüssigkeitssäulen einige cm gestiegen sind. Laß auf der Seite, wo der niedrigste Stand der Flüssigkeitssäule ist, Luft zum Brenner treten. Beobachte das nunmehr eintretende Steigen der Flüssigkeitssäule auf dieser Seite.

Spezifische Wärme, Atomwärme.

81. Versuch: Die spezifischen Wärmen von Kupfer und Blei verhalten sich wie 3:1.

Gebraucht werden: Gleichschwere Kupfer- und Bleistücke an Drähten (*u* Fig. 9059 IV), Kapseln *a*, 2 Deckgläser (*p* Fig. 9059 I), Dreifuß, Brenner, Gefäß mit siedendem Wasser. Fidibus aus Filtrierpapier.

Setze die Kapseln *a* ein. Fülle jede mit 20 ccm Wasser. Lege die Metallstücke eine Minute lang in das siedende Wasser. Schließe die Hähne nach erfolgtem Temperatúrausgleich. Nimm die Metallstücke nacheinander aus dem Wasser und senke sie durch den Fidibus (der zugleich anhängende Tropfen absaugt) geleitet in die Kapsel *a*. Stülpe die Deckgläser über, halte, wenn die Flüssigkeitssäulen nicht mehr steigen, ein Stück Papier so, daß die Skala von 15 an nach unten bedeckt ist, so läßt sich die Zunahme der Flüssigkeitssäulen besser vergleichen.

82/83. Versuch: Spezifische Wärme von Alkohol und Wasser, von Salzlösung und Wasser.

Gebraucht werden: 2 Kapseln *a*, Wasser, Alkohol, gesättigte Kochsalzlösung, 2 Kupferstücke (*u* Fig. 9059 IV), im übrigen wie Versuch 81.

Fülle in die eine Kapsel 20 ccm Wasser von der Zimmertemperatur, in die andere 25 ccm Alkohol (Spez. Gew. wie 5:4). Lege die Metallstücke in siedendes Wasser, dann verfähre wie in Versuch 81.

Das spez. Gew. der Salzlösung ist ungefähr 1,2, bei 24 ccm Wasser gib also 20 ccm Salzlösung in die Kapsel *a*. Verfähre dann wie in Versuch 81.

84. Versuch: Das Verhältnis der spezifischen Wärmen bei konstantem Druck und konstantem Volumen ist 1,41.

Vergl. Versuch 60.

Gebraucht wird: 1 Flasche Fig. 9059 X.

Verdichte durch Blasen die Luft in der Flasche. Warte den Ausgleich mit der Temperatur der Luft ab. Schließe den Schlauch an den Hahn der Flasche. Öffne diesen. Beobachte, um wieviel (*n*) Zentimeter die Flüssigkeitssäule steigt. Öffne für einen Augenblick den Hahn des Manometers, bis die Flüssigkeitssäule wieder auf 15 steht, und schließe sofort wieder. Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule um (*p*) Zentimeter, so ist $\frac{n}{n-p}$ ungefähr = 1,41. Versuch $\frac{10}{10-3} = 1,43$. (Siehe: Lüdtke, Beil. zum Progr. des Altonaer Realgymnasiums, Altona 1899, Progr. 303, und Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 261, 1902.)

85. Versuch: Atomwärme. (Gesetz von Dulong & Petit.)

Gebraucht werden: 2 Metallkörper, Kupfer, Blei, deren Gewichte sich wie 1:3 verhalten, genau 63,2:206,4 (*u* Fig. 9059 IV), das übrige wie in Versuch 81.

Verfähre genau wie bei Versuch 81. Beobachte, daß die Wärmemengen jetzt nahezu gleich sind.

86. Versuch: Absorptionswärme bei Flüssigkeiten (nach Brandstetter). [Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IX p. 175, 1896.]

Gebraucht werden: 2 Kapseln *a*, 2 doppelt durchbohrte Gummistopfen zum Verschluß der Kapseln mit kurzen und längeren rechtwinklig gebogenen Röhren, Ammoniaklösung, Wasser, Gummigebläse oder Blasebalg.



9059 XII.

Fülle eine Kapsel zur Hälfte mit Wasser, die andere mit Ammoniaklösung. Setze die Stopfen auf. Laß durch beide Kapseln einen Luftstrom gehen, der beim Ammoniak eintritt (oder schließe an die Gasleitung an). Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule beim Wasser, das Fallen beim Ammoniak.

87. Versuch: Verdichtung von Gasen an Kleiderstoffen.

Gebraucht werden: Kapsel *a*, rechtwinklig gebogenes Glasrohr, Ammoniakflasche, Gummiballgebläse oder Blasebalg.

Umwickle einen Schenkel des Glasrohres mit Wollstoff. Schließe ihn an einen Schlauch. Führe den umwickelten Teil in die Kapsel. Schließe den Schlauch an das Gummigebläse, welches Luft durch eine mit Ammoniaklösung gefüllte Flasche treibt. Beobachte die Erwärmung.

88. Versuch: Verdichtung von Wasserdampf an Kleiderstoffen.

Gebraucht werden: 2 Kapseln *a*, Wollstoffe, Blumendraht, 2 Gläser, 2 Brettchen (*m* Fig. 9059 I), Wasser, Schwefelsäure.

Umwickle die durch Brettchen gesteckten Kapseln mit Wolle und befestige sie oben und unten mit Blumendraht. Gieße in ein Glas 1 cm hoch Wasser, in das andere conc. Schwefelsäure. Stelle die Brettchen mit den Kapseln nach unten in die Gläser. Laß sie mehrere Stunden stehen. Vertausche dann die Gläser, ohne die Hähne des Thermoskops zu öffnen. Jetzt sinkt die Flüssigkeitssäule über der Schwefelsäure, die andere steigt.

89. Versuch: Wärme durch Absorption von Gasen. Absorption an Pulvern.

Gebraucht werden: Große gerade Halbkugel, Brettchen (*m* Fig. 9059 I), Kohlenpulver, größeres Becherglas, Ammoniakgas oder Leuchtgas.

Glühe das Kohlenpulver aus und laß es abkühlen (bedecken mit Metallplatte). Führe die Halbkugel durch ein Brettchen, schließe sie an den Schlauch durch die Ringe. Streue das Kohlenpulver auf. Schließe den Hahn. Setze das Becherglas mit Ammoniak gefüllt darunter. Warte den höchsten Stand der Flüssigkeitssäule ab. Beobachte, daß die Flüssigkeitssäule jetzt unter den ersten Stand (15) herab geht. Der Versuch gelingt auch mit Leuchtgas.

90. Versuch: Absorption an festen Körpern.

Gebraucht werden: Kapsel *a*; Heber γ (Fig. 9059 XII), Kohlenstückchen.

Glühe die Kohlenstückchen aus. Schließe Kapsel *a* an den Thermoskopschlauch, desgl. den Heber an den Gasschlauch. Hänge ihn in die Kapsel. Fülle die Kohle nach. Warte den Temperatenausgleich ab. Schließe den Hahn. Öffne den Gashahn. Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule.

Wärmestrahlung.

Zu den Versuchen 91–106 werden die Apparate Fig. 9059 XIII (s. p. 972) gebraucht.

91. Versuch: Wirkung des Reflektors.

Setze die gebogene Halbkugel (*l* Fig. 9059 I) ein, stelle das Tischchen *E* Fig. 9059 XIII davor, dann eine Wärmequelle *F* in ungefähr 15 cm Abstand. Wenn die Flüssigkeitssäule ihren höchsten Stand erreicht hat oder kaum noch steigt, setze den innen blanken Reflektor *R* auf das Tischchen. Es empfiehlt sich, mit diesem Versuch zu beginnen, weil bei vielen folgenden der Reflektor verwendet wird.

92. Versuch: Absorption durch Glas und Steinsalz.

Setze die gebogenen berußten Halbkugeln ein (Berußung durch brennendes Terpentin), daneben die Reflektoren *R* mit Drahtführung. Stelle die Brenner für helle oder dunkle Strahlen (der Aufsatz für dunkle Strahlen auf dem Teklubrenner muß berußt werden) 5–6 cm von den Reflektoren entfernt und regle die Entfernungen so, daß beide Säulen gleichmäßig steigen. Bei 30 öffne die Hähne und setze die Säule auf 15 herab. Warte jetzt den höchsten Stand ab, und regle die Abstände der Flammen so, daß beide Flüssigkeitssäulen gleich hoch stehen. Setze jetzt die Steinsalzplatte und die gleichdicke Glasplatte vor.

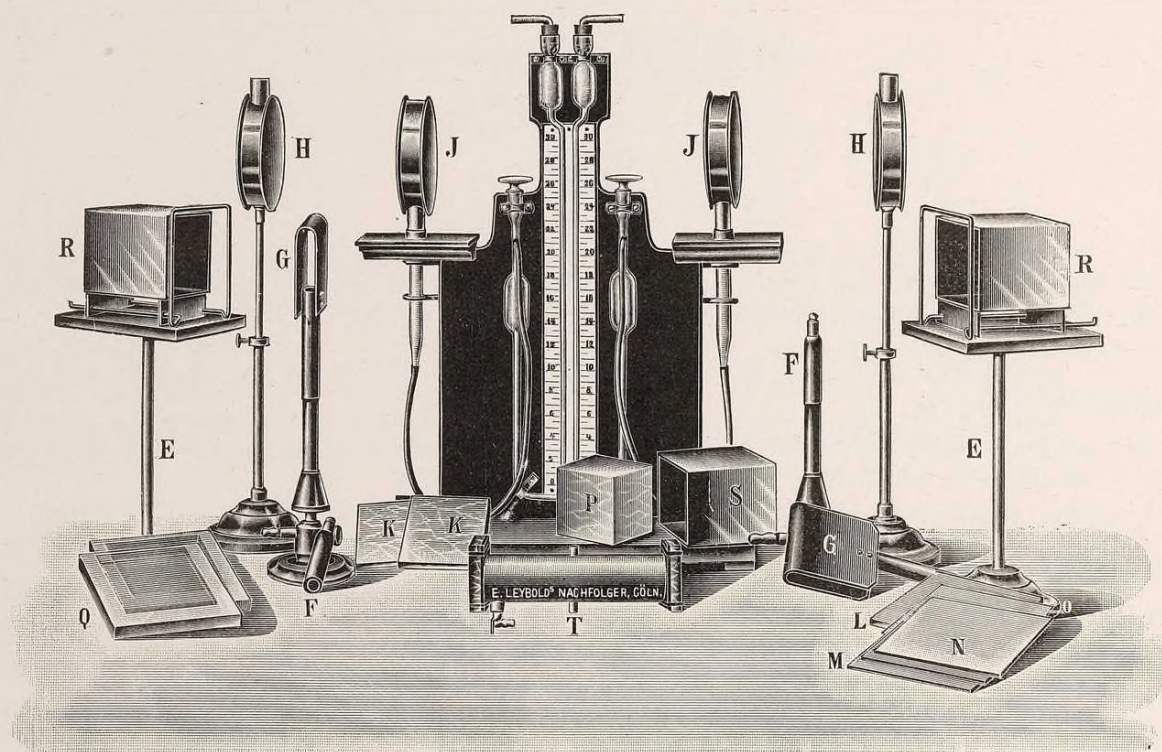
93/98. Versuch: Absorption durch andere Stoffe.

Verfahre genau so, wie im vorigen Versuch. Setze Platten, 1. von dünnem und dickem Glase; 2. eine und mehrere Glasplatten; 3. glattes und mattes Glas; 4. Glimmer und Glas; 5. eine leere Glascuvette und eine mit Wasser gefüllte; 6. eine mit Wasser und eine mit Schwefelkohlenstoff gefüllte, in dem einige Körnchen Jod gelöst sind, ein.

99. Versuch: Ungleiche Erwärmung von Steinsalz und Glas nach dem Durchgang der Strahlen.

Rücke Brenner und Reflektoren nach Versuch 92 vom Thermoskop ab. Laß die Platten ungefähr 5 Minuten unter dem Einfluß der Strahlen stehen (oder stelle beide in besonderem Versuche 10 cm weit

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



9059 XIII. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.

nebeneinander vor dieselbe Wärmequelle). Nimm die berußten Halbkugeln ab und setze statt deren die kleinen geraden Halbkugeln ein. Lege die Platten mit der bestrahlten Seite unten auf die Halbkugeln. Die Steinsalzplatte ist kaum warm.

100. Versuch: Ungleichheit der Absorption des Glases bei dunklen und hellen Wärmestrahlen. Theorie der Mistbeefenster.

Verfahre genau wie in Versuch 92 mit dem Unterschiede, daß hier 2 verschiedene Wärmequellen gebraucht werden. Setze, wenn die Flüssigkeitssäulen gleich hoch stehen, dünne Glasplatten ein. Beobachte, daß die Flüssigkeit auf der Seite der dunklen Wärmestrahlen nach einer Minute viel tiefer steht.

101. Versuch: Der vorige Versuch mit Steinsalzplatten wiederholt, zeigt die fast gleiche Durchlässigkeit für helle und dunkle Strahlen.

102. Versuch: Wirkung eines blanken und eines innen berußten Reflektors.

Verfahre genau wie in Versuch 92, nur setze statt des einen blanken den innen berußten Reflektor S ein. Wenn die Bestrahlung 5 Minuten oder länger gedauert hat, nimm die berußten Halbkugeln ab und schalte die kleinen matten ein. Warte den Ausgleich ab. Schließe die Hähne. Setze die Halbkugeln auf die Reflektoren. Der blanke, der am meisten Strahlen durchgelassen, hat die wenigsten zurückbehalten, ist am kältesten.

103. Versuch: Ungleichheit des Emissionsvermögens.

Setze die berußten Halbkugeln ein. Dann in gleicher Entfernung die mit Dampf heizbaren Kapseln H mit der blanken Seite nach den Halbkugeln. Regle so, daß die Flüssigkeitssäulen gleich hoch stehen und ihren höchsten Stand haben. Dann drehe in den Stativen die Metallkapseln um. Jetzt strahlen die matte und die berußte Seite.

104. Versuch: Ungleichheit des Absorptionsvermögens.

Setze in die Ringe die Metallkapseln I, die blanken Seite einer 10 cm entfernten Wärmequelle gegenüber. Regle so, daß beide beim höchsten Stand gleich hoch stehen. Drehe jetzt beide in den Ringen um, so daß die matte und die berußte Seite den Wärmequellen zugekehrt sind.

105. Versuch: Gleichheit des Emissions- und Absorptionsvermögens.

Setze die Metallkapseln I des vorigen Versuchs ein, die blanken und berußte Seite nach außen. Der blanken setze die berußte Seite der mit Dampf geheizten Kapsel H, der berußten die blanken Seite von H gegenüber. Regle so, daß die höchsten Stände der Flüssigkeitssäulen gleich sind. Zeige, daß jetzt die Abstände auf beiden Seiten also auch Emission und Absorption gleich sind. (Vergl. Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IX p. 268, 1896.)

106. Versuch: Totalreflexion der Wärmestrahlen.

Verfahre wie in Versuch 92 mit kleiner Leuchtflamme auf beiden Seiten, auf einer Seite jedoch ohne Reflektor. Laß die Flüssigkeitssäulen ihren höchsten Stand erreichen (sie brauchen nicht gleich hoch zu sein). Lege jetzt den Steinsalzwürfel in den Reflektor und zeige, daß er absorbierend wirkt. Dann lege ihn auf die andere Seite in den Weg der Strahlen auf das Tischchen. Jetzt bewirkt der Würfel durch die Totalreflexion seiner Flächen ein Steigen der Flüssigkeitssäulen.

Versuche ohne den besonderen Apparat für strahlende Wärme.

107. Versuch: Emission der Wärmestrahlen.

Setze der gebogenen berußten Halbkugel der Reihe nach im Abstände von 10–15 cm die Flächen des mit im Sieden gehaltenen Wassers oder mit Dampf geheizten Leslie'schen Würfels entgegen. Beginne mit der blanken Seite, warte jedesmal den höchsten Stand der Flüssigkeitssäulen ab. Dann matte, weiße, schwarze Seite.

108. Versuch: Absorption der Wärmestrahlen.

Verschließe den leeren und trockenen Leslie'schen Würfel mit Gummistopfen und Glasrohr zum Ansatz an den Thermoskopschlauch. Setze ihm eine Gasflamme im Abstände von 10 cm gegenüber. Drehe dann in derselben Reihenfolge wie beim vorigen Versuch der Flamme die einzelnen Seiten zu. Warte jedesmal den höchsten Stand der Flüssigkeitssäule ab.

109. Versuch: Absorption der Wärmestrahlen durch Glas- oder Glimmerplatten.

Setze der berußten Halbkugel eine Gasflamme im Abstände von 10 cm gegenüber. Warte den höchsten Stand ab. Schiebe jetzt eine in einen Halter geklemmte Glasscheibe in den Weg der Strahlen.

110. Versuch: Bestrahlung durch leuchtende und nichtleuchtende Bunsenflamme.

Verfahre wie im vorigen Versuche mit nichtleuchtender Bunsenflamme. Beim höchsten Stand der Flüssigkeitssäule drehe die Luft ab. Die Flüssigkeitssäule steigt.

111. Versuch: Gesetz der Abnahme der Wärmestrahlen.

Setze den berußten Halbkugeln auf der einen Seite 1 Kerze, auf der anderen 4 Kerzen in doppeltem Abstände gegenüber. Regele die Entfernung so, daß beide Flüssigkeitssäulen gleich hoch stehen. Miß durch Papierstreifen den Abstand der 4 Flammen. Knicke den Papierstreifen zur Hälfte um und zeige, daß dies der Abstand der Kerze auf der anderen Seite ist.

112. Versuch: Reflexion der Wärmestrahlen an spiegelnden Ebenen. (Vgl. Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII p. 295, 1895.)

Stelle der berußten Halbkugel im Abstände von ungefähr 30 cm einen unter 45° um die Vertikalachse gedrehten Weißblechschirm gegenüber. Laß eine in ungefähr gleicher Entfernung befindliche Wärmequelle ihre Strahlen gegen die Halbkugel reflektieren und halte die direkten durch einen Schirm ab. (Richte die Halbkugel gegen das Spiegelbild der Flamme.)

113. Versuch: Abhängigkeit der Bestrahlung vom Einfallswinkel.

Gebraucht wird: Berußte Halbkugel mit Papiermaske aus dunklem Karton, so daß die ebene Fläche gerade noch hervorragt.

Befestige eine Kerze an drehbarem Draht oder Glasstab von 20 bis 25 cm Länge. Drehpunkt ist die Mitte der Halbkugel. Beginne mit Schrägstellung, dann 45° , dann senkrecht zur Fläche der Halbkugel. Warte jedesmal den höchsten Stand der Flüssigkeitssäule ab.

114. Versuch: Hohlspiegelversuche.

Bringe die berußte Halbkugel an besonderem Stativ in den Brennpunkt des Spiegels, den anderen stelle in 1 m Entfernung. Bringe in dessen Korb glühende Kohle oder mit Kochsalz bestreute Eisstücke.

115. Versuch: Absorption der Wärmestrahlen durch Gase.

Gebraucht wird: Apparat T Fig. 9059 XIII.

Stelle den Apparat T Fig. 9059 XIII vor die berußte Halbkugel. Die dunkle Wärmequelle in wenigen cm Abstand. Warte den höchsten Stand der Flüssigkeitssäule ab. Laß von unten Leuchtgas (oder nach Umkehrung des Apparates T von oben Kohlensäure) eintreten. Beobachte das Sinken der Flüssigkeitssäule. Kohlensäure gibt weniger Unterschied.

Erzeugung von Wärme durch Elektrizität

116. Versuch: Die Erwärmung ist der Länge des Leiters proportional.

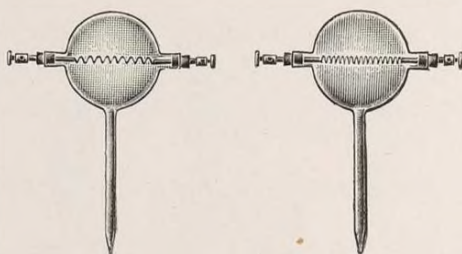
Gebraucht werden: 2 Kapseln α , 2 Platinspiralen θ Fig. 9059 II, von 15 und 20 cm Länge, 0,2 mm stark, Alkohol, elektrischer Strom.

Fülle die Kapseln mit Alkohol. Setze die Spiralen ein. Warte den Temperatenausgleich ab. Laß einen Strom von ungefähr 1 Ampère durchgehen.

117. Versuch: Derselbe Versuch für Flüssigkeiten.

Gebraucht werden: 2 Kapseln α , horizontale Elektroden η Fig. 9059 II, elektrischer Strom, gesättigte Lösung von Kupfersulfat oder eine Lösung von 15 gr Kupfersulfat, 5 gr Schwefelsäure, 5 gr Alkohol, 100 gr Wasser.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



9059 XIV.

Fülle die Kapseln mit der Kupferlösung. Setze die Platten ein mit Abständen von 2 und 4 cm, oder $1\frac{1}{2}$ und $4\frac{1}{2}$ cm. Laß einen Strom von 8—12 Volt durch die hintereinander geschalteten Kapseln gehen. Beobachte, daß sich die Wärmemengen wie 2:1 und 3:1 verhalten.

Bemerkung: Laß den Strom ca. eine Minute hindurchgehen, ehe die Hähne (gleichzeitig) geschlossen werden.

118/119. Versuch: Die vom Strom erzeugte Wärme ist dem Quadrate der Stromstärke proportional.

Gebraucht werden: Dieselben Apparate und Stoffe wie in Versuch 116, 2 blanke, zweimal rechtwinklig gebogene Kupferdrähte.

Setze die Platindrähte, bezw. die Kupferplatten in Abständen von 2 und 4 cm ein wie in Versuch 116 und 117. Schalte die Spiralen bezw. Platten durch die blanken Kupferdrähte parallel. Laß den Strom so eintreten, daß ein Drittel des blanken Drahtes auf jeder Seite der kürzeren Spirale (der enger gestellten Platten) liegt. Der Strom ist jetzt verzweigt und geht durch beide Kapseln in Stärken 1:2. Ebenso verhalten sich die Wärmemengen. (Vergl. Ztschft. f. d. phys. u. chem. Unt. XI p. 110, Fig. 3, 1898.)

120. Versuch: Andere Form der vorigen Versuche.

Der Versuch kann für Drähte auch mit den in den meisten Kabinetten vorhandenen, in Glaskugeln eingestöpselten Drähten gemacht werden. Die daran angefügten Glasrohre können an das Thermoskop angeschlossen werden. Besser läßt man sich ähnliche Kugeln anfertigen, die durch die Ringe des Thermoskops gehen. (Fig. 9059 XIV.)

121. Versuch: Einfluß der Dicke der Drähte.

Gebraucht werden: Die Apparate wie in Versuch 116. Die Spiralen bestehen aus gleich langen Platindrähten von den Dicken 0,2 und 0,4 mm. Die Wärmemengen verhalten sich sehr nahe wie 4:1.

122. Versuch: Spezifischer Widerstand.

Gebraucht werden: Die Apparate wie in Versuch 116. Die Spiralen sind aus Platin und Silber. 1 und 2 Fig. 9059 II.

123/124. Versuch: Ueber den Nachweis der Stromlinien, der Stromdichte.

Vergl. Lüdtkke, Beilage zum Programm des Realgymnasiums zu Altona, Progr. Nr. 340, 1905.

125. Versuch: Die Joule'sche Wärme innerhalb und außerhalb des Elementes.

Siehe Grundzüge der Elektrochemie auf experimenteller Basis von Dr. P. Lüpke, III. Aufl. Berlin, Jul. Springer, 1899.

126. Versuch: Wärme bei der Zersetzung von Flüssigkeiten.

Gebraucht werden. 1 Paar Platinelektroden, 2 Fig. 9059 II, Kapsel a, Strom.

Fülle die Kapsel mit kalter verdünnter Schwefelsäure (20:1). Laß einen Strom von 1—2 Ampère durchgehen. Bei Elementen zeige den Einfluß von Serienschaltung und Parallelschaltung.

127. Versuch: Wärme bei polarisierbaren und unpolarisierbaren Elektroden.

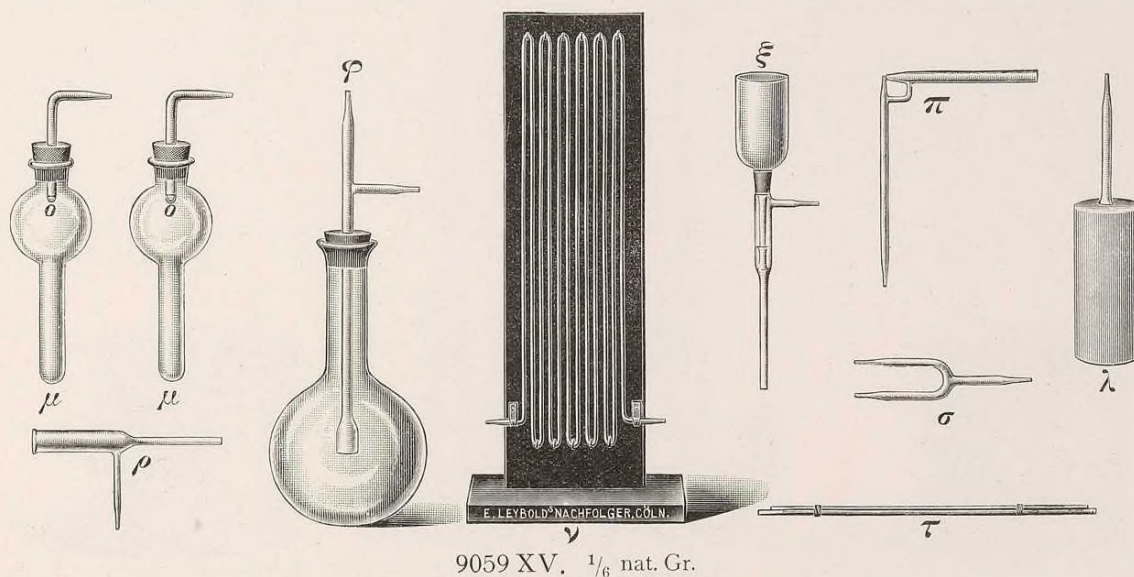
Gebraucht werden: 2 Kapseln a, 2 Paar Platinelektroden 2 Fig. 9059 II, gesättigte Lösung von Kupfersulfat.

Laß die eine Platte des einen Platinelektrodenpaares durch Zersetzen sich mit Kupfer überziehen. Fülle die Kapseln mit dem Sulfat. Setze die Elektroden ein. Warte Ausgleich ab. Schließe die Hähne. Laß einen Strom durchgehen. Beobachte, daß auf Seite der Kupferelektroden weit weniger Wärme entsteht, daß also der Energieverlust, den eine stromliefernde Batterie bei den Vorgängen in den Zersetzungszellen erleidet, größer ist, als die Zersetzungswärme (chemische Energie) der betreffenden Verbindung.

128. Versuch: Weniger Wärme im offenen als im geschlossenen Elemente.

Gebraucht werden: 2 Kapseln a, 2 Zink-Kohle-Elektroden 2 Fig. 9059 II, Chromsäurelösung der Tauchelemente, 4 Drahtenden.

Versieh die Elektroden mit den 4 Drähten. Setze die Elektrodenpaare in die mit Chromsäurelösung gefüllten Kapseln. Drehe die Drähte desjenigen Elementes zusammen, auf dessen Seite die Flüssigkeitssäule eventuell zurückbleibt. Beobachte, daß in dem auf diese Weise geschlossenen Elemente mehr Wärme erzeugt wird.



129. Versuch: Verwandlung der Stromenergie in Wärme und Arbeit.

Gebraucht werden: Kapsel a , Platinspirale ξ Fig. 9059 II, in heißem Wasser etwas angewärmter Alkohol, kleine Dynamomaschine (als Kinderspielzeug).

Fülle die Kapsel mit dem Alkohol. Setze die Spirale ein. Schalte in die Drähte des Stromkreises der hindurchgehen soll, die Dynamomaschine ein. Beobachte, daß nach einiger Zeit Wärmegleichheit eintritt.

Setze dann die Flüssigkeitssäule auf 15 herab. Hemme den Gang der Dynamo durch ein eingeschobenes Stückchen Holz. Die Flüssigkeitssäule steigt sofort. (Verwandlung von Arbeit in Wärme.)

130. Versuch: Verwandlung von Stromenergie in chemische Energie.

Vergleiche zu diesem Versuche Lüpke Elektrochemie. (Vers. K.)

131. Versuch: Wärme bei Entladung einer Batterie von Kleist'schen Flaschen.

Siehe Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unt. XI p. 112, 1898.

132. Versuch: Bildung von Ozon.

Gebraucht werden: Kapsel a , Gummistopfen als Verschluß 3mal durchbohrt. Durch die mittlere Bohrung geht ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr mit anhängendem Jodkaliumstärkepapier. Durch die andere Bohrung gehen 2 starke Messingdrähte unten etwas rechtwinklig gegen den Papierstreifen abgebogen, Induktionsstrom.

Verbinde das Glasrohr mit einem Manometer. Setze den Stopfen in die Kapsel auf der anderen Seite des Thermoskops. Laß einen Induktionsstrom hindurchgehen. Beobachte 1. die sehr geringe Erwärmung durch den Strom; 2. das Blauwerden des Papierstreifens durch Ozon; 3. das Sinken der anderen Flüssigkeitssäule, da sich 3 Mol. Sauerstoff zu 2 Mol. Ozon verdichten.

Versuche aus anderen Gebieten der Physik, bei denen das Thermoskop als Manometer verwendet wird.

133. Versuch: Sauerstoffaufnahme von Ferrosalzen,

Gebraucht werden: Kapsel μ Fig. 9059 XV, Kapsel a , gesättigte Lösung von Eisenvitriol.

Schließe den Stopfen von μ an den Schlauch des Thermoskops an. Gieße die Lösung in den zylindrischen Teil der Kapsel. Öffne den Hahn des Thermoskops, verschließe die Kapsel in senkrechter Haltung mit dem Stopfen. Schließe den Hahn des Thermoskops. Bewege die Kapsel so, daß die Flüssigkeit die Innenwand reichlich benetzt, fasse jedoch dabei nur den Stopfen an. Beobachte durch Einsetzen von μ in eine Kapsel a eine geringe Erwärmung.

134. Versuch: Oxydation des Phosphors.

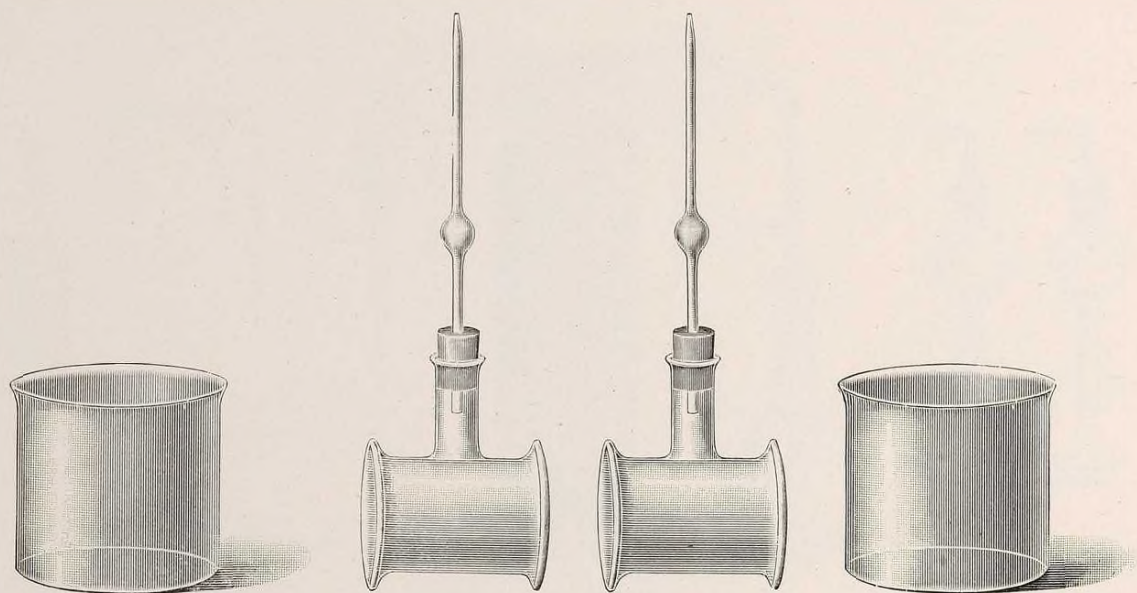
Gebraucht werden: Kapsel μ , Kapsel a , dünner Draht, ein erbsengroßes Stück Phosphor.

Schließe den Stopfen an den Schlauch des Thermoskops an. Durchstich den Phosphor unter Wasser mit dem Draht. Trockene. Hänge den Draht an die Oese o des Stopfens. Setze diesen auf die Kapsel, nachdem der Hahn geöffnet wurde. Schließe den Hahn. Kapsel a kann als Halter dienen. Beobachte wie im vorigen Versuch die Absorption von Sauerstoff am Sinken der Flüssigkeitssäule.

135. Versuch: Holzkohle absorbiert Gase.

Ergänzungsversuch zu Versuch 89 und 90 (siehe auch den folgenden Versuch).

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.



9059 XVI. Ca. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Gebraucht werden: Kapsel μ , haselnußgroßes Stück frisch ausgeglühter und abgekühlter Holzkohle, Draht, Apparat zur Entwicklung von Kohlensäure.

Verbinde den Stopfen mit dem Schlauch des Thermoskops. Hänge die Kohle an den Draht, diesen an die Oese, so daß die Kohle im unteren Teile der Kugel ist. Setze den Stopfen auf die Kapsel. Stelle durch Öffnen und Schließen des Hahnes auf 15 ein. Der Versuch gelingt auch mit Luft. Mit Kohlensäure angestellt ergänzt er sich sehr schön durch den folgenden Versuch.

136. Versuch: Die absorbierte Kohlensäure wird durch Luft verdrängt.

Gebraucht werden: Wie im vorigen Versuch, zweite Kapsel μ (Fig. 9059 XV).

Hänge die mit Kohlensäure durchsetzte Kohle von vorigem Versuch in die zweite (mit Luft gefüllte) Kapsel. Die Luft verdrängt die Kohlensäure. Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule.

137/139. Versuch: Wasser absorbiert Gase.

Gebraucht werden: Kapsel μ Fig. 9059 XV, Kohlensäureapparat.

1. Fülle den unteren zylindrischen Teil der Kapsel mit ausgekochtem Wasser. Schließe den Stopfen an den Schlauch des Thermoskops an. Setze ihn auf die Kapsel. Schüttele durch Anfassen des Gummistopfens. Beobachte das Sinken der Flüssigkeitssäule. 2. Denselben Versuch mit Kohlensäure. 3. Nimm den Stopfen nach dem vorigen Versuch ab. Blase durch Glasrohr die noch vorhandene Kohlensäure heraus. Setze den Stopfen wieder auf. Schüttele von neuem. Die Luft verdrängt jetzt die Kohlensäure.

140. Versuch: Versuch zur Theorie der Bildung von Stalaktiten.

Gebraucht werden: Die Apparate wie vorhin.

Wiederhole die letzten 2 Versuche mit Kalkwasser. Beobachte, daß beim Schütteln mit Kohlensäure zuerst kohlensaurer Kalk ausgefällt, dann bei weiterem Schütteln wieder gelöst wird. Beim Schütteln mit Luft wird die Kohlensäure wieder verdrängt. Rückbildung und Fällung von kohlensaurem Kalk aus der Lösung von saurem kohlensaurem Kalk. Steigen der Flüssigkeitssäule.

141. Versuch: Absorption von Ammoniak durch Wasser.

Gebraucht werden: Kapsel μ Fig. 9059 XV, Wasser, Ammoniaklösung.

Fülle den zylindrischen unteren Teil mit Wasser, gieße vorsichtig etwas Ammoniaklösung 0,5 cm hoch zu. Laß einige Augenblicke den Stopfen lose aufsitzen. Schließe, schüttele. Beobachte wie das Wasser das überstehende Ammoniakgas verschluckt.

142. Versuch: Die Kohlensäure der Atemluft und der Zimmerluft.

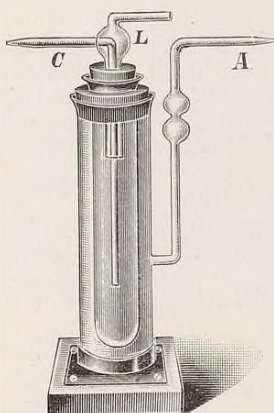
Gebraucht werden: 2 Literflaschen, auf die der Gummistopfen der Kapsel μ Fig. 9059 XV paßt.

Setze den Stopfen lose auf die Literflasche. Blase in die andere Flasche mittels Glasrohrs. Setze den Stopfen lose auf. Nach einiger Zeit gieße einige ccm stark verdünnte Natronlauge in die Flaschen. Setze die Stopfen bei offenen Hähnen fest auf. Schließe die Hähne. Beobachte den Unterschied zwischen Atemluft und Zimmerluft.

Untersuche in ähnlicher Weise die Luft zu Anfang und zu Ende einer Stunde. Einblasen mittelst Blasebalg.

143. Versuch: Wassergehalt der Luft.

Gebraucht werden: Die Apparate wie vorhin. Eingeführt wird festes Chlorcalcium.

9059 XVII. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.

144. Versuch: Dampfspannung.

Gebraucht werden: 2 Kapseln μ Fig. 9059 XV, Wasser, Alkohol, Filtrierpapier, Blumendraht.
Hänge in die Oese des Glasrohrs mittelst Drahtes Streifen von Filtrierpapier. Tränke diese mit Wasser, Alkohol, Aether. Oeffne die Hähne, setze die Stopfen auf. Schließe die Hähne.

145. Versuch: Osmose der Flüssigkeiten. (Vergl. den Aufsatz von Prof. Steinbrinck, Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII, p. 82, 1905 und Looser, dieselbe Ztschr. XIX p. 340, 1906.)

Gebraucht werden: 2 Kapseln zweiseitig mit Blase überzogen (Fig. 9059 XVI) (nach Niemöller), 2 Gläser, die die Kapseln fassen, Fig. 9059 XVI; gesättigte Lösung von Kupfervitriol, Wasser.

Fülle ein Glas mit Kupferlösung, das andere mit Wasser. Löse die Stopfen der Kapseln. Tauche diese in den Flüssigkeiten unter, setze jetzt die Stopfen mit den Glasröhren an. Letztere schließe an den Schlauch des Thermoskops, dessen Hähne offen stehen. Hebe die Kapseln aus den Gläsern. Vertausche diese, tauche die Kapseln wieder ein. Schließe die Hähne. Beobachte, daß die eine Flüssigkeitssäule steigt, die andere sinkt; zeige so, daß mehr Wasser eintritt als Salzlösung austritt. Die Blase muß in Sodalösung oder Benzin entfettet sein.

146/147. Versuch: Osmose der Gase.

Gebraucht werden: Tonzelle λ Fig. 9059 XV, Becherglas, Leuchtgas, Kohlensäure.

Schließe die Zelle durch die Ringe an den Schlauch. Laß durch Gasschlauch Leuchtgas in das Becherglas treten. (Verdrängungsmethode.) Stülpe das Glas langsam über die Tonzelle. Zeige durch rhythmischen Heben und Senken die Analogie des Atemprozesses. Warte ab bis die Flüssigkeitssäule steht, hebe jetzt das Glas ab, beobachte das starke Sinken der Flüssigkeitssäule.

Fülle in das Becherglas Kohlensäure. Nimm die Zelle aus den Ringen, tauche sie langsam in die Kohlensäure usw. wie vorhin.

148. Versuch: Fortpflanzung des Druckes in Gasen.

Gebraucht werden: Der Apparat ν Fig. 9059 XV, Gabelrohr σ , Kapsel μ .

Setze das Gabelrohr auf die Kapsel; den einen Schlauch des Thermoskops verbinde mit der Zinke rechts, den anderen mit dem ungefähr 4,5 m langen Röhrensystem, dieses mit der Zinke links. Schließe die Hähne des Manometers. Erwärme die Kapsel. Beobachte, daß beide Flüssigkeitssäulen gleichmäßig steigen.

149. Versuch: Fortpflanzung des Druckes in Gasen.

Gebraucht wird: Gabelrohr σ .

Schließe die beiden Thermoskopschläuche an die Zinken. Das andere Ende an die Gasleitung. Halte während dessen den einen Thermoskopschlauch mit dem Finger zu. Gib ihn, wenn die Flüssigkeitssäule steht, frei. Die andere steigt dann genau so hoch.

150. Versuch: Auftrieb der Gase (Niemöller).

Verbinde eines der Manometer mit der geschlossenen Gasleitung in einem oberen Stockwerke und öffne dann einen Hahn der Gasleitung im unteren Stockwerke. Beobachte das Steigen der Flüssigkeitssäule.

151/153. Versuch: Saugwirkung.

Gebraucht werden: die Apparate π , ϱ , ξ , Fig. 9059 XV, Wasser, Becherglas.

Verbinde den Zerstäuber π mit dem Schlauche des Thermoskops; blase hinein. Desgleichen den Apparat ϱ , blase erst durch das weite, dann durch das enge Ende. Setze ξ seitlich mit dem Schlauche des Thermoskops verbunden in die Ringe. Stelle ein Becherglas unter. Gieße oben Wasser hinein.

154. Versuch: Porosität des Tones.

Gebraucht werden: Gypsplatte (gegossen), Boden einer Tonzelle, an die auf beiden Seiten Trichter angekittet sind. Der freie Teil der Scheibe ist gut lackiert.

Spanne einen Trichterhals an den Thermoskopschlauch. Blase durch den anderen.

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.

155. Versuch: *Druck einer Wassersäule.*

Gebraucht werden: Ausgezogenes Glasrohr, Standglas zur Hälfte mit Wasser gefüllt.

Schließe das Glasrohr an den Schlauch des Thermoskops. Tauche es in das Wasser. Oder: Tauche das Rohr bei offenem Hahn bis zur halben Höhe in das Wasser. Schließe den Hahn. Hebe und senke das Rohr. Beobachte, daß das Manometer den Ueber- und Unterdruck anzeigt und daß die Höhe der Wasser- und Alkoholsäulen sich umgekehrt wie die Dichten verhalten.

156. Versuch: *Ausdehnung des Wassers bei Eisbildung.*

Gebraucht wird: Apparat, Fig. 9059 XVII p. 977. (Vergl. Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 266, 1902.)

Fülle das äußere Gefäß mit abgekochtem Wasser, das innere zu 2 Drittel mit Aether. Setze den Stopfen auf, so daß keine Luftblasen bleiben. Schließe *A* an das Thermoskop, *L* an einen Bunsenbrenner. Laß durch *C* Leuchtgas strömen. Beobachte das Steigen bei der Eisbildung.

157. Versuch: *Volumenänderung beim Lösen von Salzen.* (Vgl. Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 267, 1902.)

Gebraucht wird: der Apparat wie vorhin.

Setze statt des inneren Gefäßes ein kurzes Glaseimerchen mit siebartig durchlöcherter Boden ein, das mit Salzen gefüllt ist. Beobachte, daß bei Kochsalz eine Volumenverminderung eintritt, für Salmiak eine Volumenvermehrung.

158. Versuch: *Adhäsion in Haarröhrchen.*

Gebraucht werden: Kapsel μ , Gabelrohr σ , Haarrohr τ , Fig. 9059 XV.

Setze das Gabelrohr in die Kapsel. Verbinde die eine Zinke mit dem Haarrohr, die andere mit dem Thermoskop. Tauche das Haarrohr in eine Flüssigkeit. Schließe den Hahn des Manometers. Erwärme die Kapsel mit der Hand. Beobachte den großen Gegendruck der Flüssigkeitssäule, ehe der Faden aus der Kapillare ausgetrieben wird.

159. Versuch: *Spannung in Seifenblasen.*

Gebraucht werden: Apparat φ , Fig. 9059 XV, Seifenlösung.

Tauche das Rohr in Seifenlösung. Schließe den oberen Teil an den Thermoskopschlauch. Schließe den Hahn. Setze einen Schlauch an das Seitenrohr. Blase durch diesen in die Flasche. Beobachte die Spannung am Manometer. Schließe die Oeffnungen durch kleine Stücke Gummischlauch mit Glasstücken. Beobachte nach längerem Stehen die schönen Newton'schen Farbenringe.

160. Versuch: *Wärme keimender Samen.*

Gebraucht werden: die mit Schrot beschwerten Kapseln (s. Fig. 9059 II), Glas, Saatgerste.

Weiche Saatgerste 2 Tage lang im Wasser. Schließe die beiden Kapseln an. Stelle die eine in das Glas. Fülle Saatgerste hinein, so daß sie noch 1 cm hoch unter der Kapsel steht. Schließe nach einiger Zeit die Hähne. Beim Keimen, nach 3 Tagen, zeigt sich die stärkste Erwärmung.

Preise des Doppelthermoskops nach Prof. Looser und der Nebenteile.

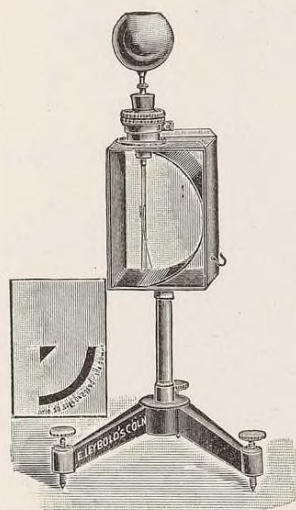
	Mk.	Pf.
9059. Hauptapparat , bestehend aus dem eigentlichen Doppelthermoskop (Fig. 9059 I),		
2 kleinen mattgeschliffenen Rezeptoren (<i>i</i>),		
2 großen wagerechten Rezeptoren (<i>k</i>),		
2 großen lotrechten Rezeptoren (<i>l</i>),		
2 doppelwandigen in Kubikzentimeter geteilten Kapseln (<i>a</i>)		
2 Holzbrettchen (<i>m</i>),		
4 Einsatzgläschen (<i>n</i>),		
2 Bechergläsern (<i>p</i>),		
1 Putzer (<i>q</i>),		
1 Flasche (<i>r</i>) mit blau gefärbter Flüssigkeit zum Füllen der beiden Indikatoren.		
[Fig. 9059 I p. 959, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	58	50

Nebenapparate dazu für die Versuche über:

9060. Ausdehnung der Körper:		
2 Kapseln mit Schrot beschwert (<i>s</i> Fig. 9059 II),		
großes Standglas mit 3 seitlichen Oeffnungen und 2 Glaskugeln <i>t</i> [Fig. 9059 III p. 960, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	15	—
9061. Wärmeleitung:		
3 Stäbe (2 Kupfer, 1 Eisen) rechtwinklig gebogen (<i>x</i> Fig. 9059 IV, p. 962),		
2 Zinkbecher zum Aufstellen auf die Rezeptoren (<i>y</i> Fig. 9059 IV),		
2 Platten aus Holz, parallel und senkrecht zur Faser geschnitten (<i>z</i> Fig. 9059 IV),		
1 Marmorplatte (<i>B</i> Fig. 9059 IV),		
3 Platten (Kupfer, Eisen, Blei) (<i>A</i> Fig. 9059 IV),		
2 Kapseln, um die Unterschiede der Wärmeleitung in Flüssigkeiten zu zeigen (<i>C</i> Fig. 9059 II, p. 960),		
2 Kapseln, um dasselbe für Gase zu zeigen (<i>D</i> Fig. 9059 II),		
2 Rezeptoren, der eine luftleer, der andere mit Luft gefüllt in Brett mit Kork gefaßt [Fig. 9059 V, p. 963, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	44	—
9061 A. 2 Quarzplatten (<i>B₁</i> Fig. 9059 IV)	40	—
9062. Wärme durch Veränderung des Aggregatzustandes:		
2 Kapseln, die eine mit Walrat, die andere mit Wachs gefüllt (<i>X</i> Fig. 9059 II)		
1 Einsatzglas zur Erzeugung von Eis mittelst in Aether einströmendem Leucht- gas (<i>Y</i> Fig. 9059 II), Kryophor (<i>Z</i> Fig. 9059 VI, p. 965),		
2 Einsätze mit Kugeln, von denen die eine mit Leinwand umhüllt ist. [Fig. 9059 VII, p. 965, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]		
2 Pulshämmer, der eine mit Alkohol, der andere mit Aether gefüllt (<i>a</i> Fig. 9059 VI),		
Apparat für den Siedepunkt der Dämpfe aus Salzlösungen (<i>β</i> Fig. 9059 VI)	20	—
9063. Wärme und Arbeit:		
1 Stück Rohzinn mit Draht (<i>U</i> Fig. 9059 IV)		
Apparat zur Erzeugung von Wärme durch Schütteln von Quecksilber, mit Handgriff. [Fig. 9059 VIII, p. 968, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]		
Apparat zum Nachweis der bei Verdünnung von Luft verbrauchten und der bei Verdichtung von Luft erzeugten Wärme. [Fig. 9059 IX, p. 968, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]		
2 Flaschen mit Glashähnen (+ und -) [Fig. 9059 X, p. 968, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]		
2 große Glasflaschen von 4 und 8 Liter Inhalt	30	—

Doppel-
Thermoskop
nach Looser.

	Mk.	Pf.
9064. Wärme durch chemische Umsetzungen: Apparat für chemische Verbindung zweier Gase. [Fig. 9059 XI, p. 970, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	5	—
9065. Spezifische Wärme, Atomwärme: 3 Metallkörper (2 Kupfer, 1 Blei), gleich schwer, gleiche Oberfläche (μ Fig. 9059 IV) Heber für Absorption [Fig. 9059 XII, p. 971, $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	6	—
9066. Wärmestrahlung: 2 Holzstative (E Fig. 9059 XIII, p. 972), 2 Brenner G , für dunkle Strahlen, 2 Leuchtflammen F , 2 Steinsalzplatten K , 5—6 mm dick, 2 Glasplatten L , 5—6 mm dick, 2 dünne Glasplatten M , 1 mm dick, 1 Steinsalzwürfel P , 2 Glimmerplatten N , 1 matte Glasplatte, 1 mm dick, 2 Glascüvetten Q , 2 Blechkapseln mit Tubulus H , 2 Blechkapseln I , 2 Reflektoren R , 1 innen berußter Reflektor S , 1 Rohr zur Wärmeabsorption durch Gase I , 1 langes Stück Schlauch mit Glasansatz	105	—
9067. Erzeugung von Wärme durch Elektrizität: 2 Platinspiralen (θ Fig. 9059 II, p. 960), 2 Paar Horizontalelektroden (η Fig. 9059 II), 1 Platinspirale (ι Fig. 9059 II), 1 Silberspirale (κ Fig. 9059 II), 2 Paar Platinblechelektroden (ζ Fig. 9059 II), 2 Paar Zink-Kohle-Elektroden (ϵ Fig. 9059 II), 2 Glaskugeln mit Platinspiralen für Joule'sche Wärme (Fig. 9059 XIV, p. 974)	60	—
9068. Zu Versuchen, bei denen das Thermoskop als Manometer dient: 2 Kapseln für Sauerstoffaufnahme etc. (μ Fig. 9059 XV, p. 975), 2 Literflaschen, auf die die Gummistopfen der vorigen Kapseln passen, 2 Kapseln zum Überziehen mit Blasen (Fig. 9059 XVI, p. 976), 2 Gläser zur Aufnahme dieser Kapseln (Fig. 9059 XVI), Tonzelle mit Glasansatz (λ Fig. 9059 XV), Röhrensystem zu Versuchen über die Fortpflanzung des Druckes (ν Fig. 9059 XV), Gabelrohr (σ Fig. 9059 XV), 2 Apparate für Saugwirkung (π und ρ Fig. 9059 XV), 1 Wasserluftpumpe für Saugwirkung mit Trichter (ξ Fig. 9059 XV), Ausdehnung des Wassers bei Eisbildung [Fig. 9059 XVII, p. 977, $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] Einige Kapillarröhrchen (τ Fig. 9059 XV), Apparat zum Nachweis der Spannung in Seifenblasen (φ Fig. 9059 XV) . . .	32	—
9069. Holzkasten zum Aufbewahren der Platten und Stäbe aus Holz, Metall usw. (Fig. 9059 IV, p. 962)	6	—
9070. Gestell zum Aufbewahren der Nebenapparate (Fig. 9059 II, p. 960)	8	—



9071.

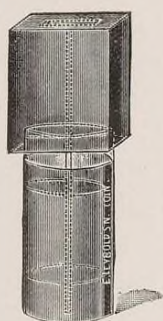
Apparate für elementare Messungen aus der Elektrostatik nach Prof. Noack-Giessen

(Abhdlgn. zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaften II Heft 1. Berlin, Springer, 1906).

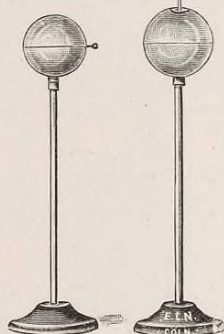
- | <p>9071. Elektrometer nebst einem Einsatz mit Aluminiumblättchen und einem Einsatz mit Papierblättchen, einer Spiegelglasskala und einer Glasplatte für Projektion, Faraday'schem Gefäß und Vorrichtung zum Geradebiegen des Blättchens. (Fig. 7 bis 13 p. 14—20.) Für die Konstruktion dieses Elektrometers war eine Reihe wissenschaftlicher Messungen über die Grundlagen der Wirkungsweise und die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Blatt-Elektrometer maßgebend; es zeichnet sich daher dieses Instrument nicht nur durch sehr große Empfindlichkeit aus, sondern es gestattet auch genaue Messungen über die elektrische Spannung. Die Isolation geschieht durch Hartgummi und Bernstein. [Fig. 1/7 nat. Gr.] . . .</p> <p>Das Faraday'sche Gefäß kann bei Nichtgebrauch des Instrumentes umgekehrt über die isolierenden Teile gestülpt werden, um diese vor Staub und Licht zu schützen. Um diese Teile zu reinigen, werden sie nach Lösen der seitlichen Schraube aus dem Instrument heraus genommen, mittels eines feuchten reinen Leinenlappchens gut abgerieben und getrocknet. Darauf werden sie mit einer Gasflamme bestrichen und in das Elektrometer eingesetzt, ohne sie mit den Fingern zu berühren. Hat sich das Plättchen aus irgend einem Grunde verbogen, so bringt man es zwischen die beiden an einem Messingröhrchen befestigten Nadeln und sucht nun durch Drehen der Doppelnadel und sorgfältiges Durchziehen des Blättchens zwischen den beiden Nadeln das Blättchen zu strecken.</p> <p>9072. Käfig aus Drahtnetz, Konduktor, Drahtnetz und 3 Probekugeln von 10, 15, 20 mm Dm. (Fig. 15 und 16.) Diese Teile dienen zum Eichen des Elektrometers mit Hilfe eines Spitzenkonduktors . . .</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mk.</th> <th>Pf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>48</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> | Mk. | Pf. | 48 | — | 48 | — |
|--|--|-----|-----|----|---|----|---|
| Mk. | Pf. | | | | | | |
| 48 | — | | | | | | |
| 48 | — | | | | | | |

Bei dieser Eichmethode stülpt man über das Elektrometer den Drahtkäfig und leitet diesen zur Erde ab; etwa 1—2 m davon entfernt wird das ebenfalls zur Erde abgeleitete Drahtnetz aufgestellt, hinter diesem der Konduktor mit gegen das Drahtnetz gerichteter Spitze; der Konduktor wird mit dem einen Pol einer Influenzmaschine verbunden, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet ist. Der Konduktor wird mit einer Probekugel berührt und die Ladung auf das Elektrometer übertragen, indem man die Kugel in das Faraday'sche Gefäß bis zur Berührung mit dessen Boden einführt und sorgfältig ohne Berühren der Gefäßwände wieder herauszieht.

Apparate
nach
Noack.

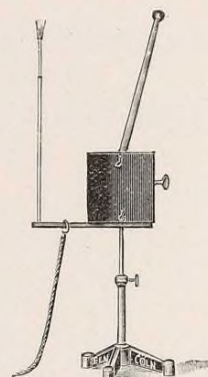


9076.



9077.

9078.



9079.

9073. **Leydenerflasche**, 50 cm hoch, zum Eichen des Elektrometers (p. 23)

Mk. 24 Pf. —

Bei dieser Methode der Eichung wird der geladenen Flasche eine Anzahl Ladungen entnommen und auf das Faraday'sche Gefäß des Elektrometers übertragen.

9074. **Zwei Blechzylinder nebst Isolierplatte und Bernsteinkugel** zur Eichung des Elektroskopes nach der Faraday'schen Methode (Fig. 18 p. 24)

16 —

Bei diesem Verfahren wird der größere Zylinder auf die Isolierplatte gestellt und mit dem Elektrometer durch einen feinen Draht verbunden. Darauf wird das kleinere Gefäß konzentrisch in das größere gesetzt und die an einem Flanellappen oder einem Pelzstück elektrisch geladene Bernsteinkugel ohne Berührung in das innere Gefäß tief eingesenkt; nun wird das innere Gefäß geneigt, bis es mit seinem oberen Rande das äußere Gefäß berührt, die Berührung unterbrochen und nun zuerst die Kugel, dann das kleinere Gefäß isoliert herausgehoben. Alsdann wird der Elektrometerschlag notiert und das innere Gefäß entladen. Wiederholt man den Versuch, so ergibt sich die Ladung des äußeren Gefäßes als doppelt so groß. Nachdem man dieses Verfahren einige Male angewandt hat, wird das Elektrometer entladen und der erste Versuch als Kontrollversuch wiederholt.

9075. **Zamboni'sche Trockensäule zum Graduieren des Elektrometers nach Potentialgraden** (Fig. 19 p. 25)

54 —

Das Gehäuse des Elektrometers wird geerdet, ebenso die Endscheibe der Säule. Das Elektrometer verbindet man nun nacheinander mit der 1., 2. Zwischenscheibe der Säule und notiert den dazu gehörigen Ausschlag des Blättchens.

Bestimmt man schließlich noch den Ausschlag für das bekannte Potential der Hochspannungsbatterie Nr. 9082, so kennt man das Potential jedes Ausschlages des Elektrometerblättchens.

9076. **Blechwürfel zu Dichtigkeitsbestimmungen**, passend zu der Leydenerflasche Nr. 9073. (Ibid. Fig. 20 p. 27.) [Fig.] Nebst Probescheibchen

5 50

Dieser Blechwürfel wird, die offene Seite nach unten, über die Leydenerflasche Nr. 9073 gestülpt und die Flasche nun so stark geladen, daß man am Elektrometer einen passenden Ausschlag bekommt, wenn man den Würfel mit dem Probescheibchen berührt, letzteres parallel zur Wandfläche abhebt und die darauf übergegangene Elektrizität dem Elektrometer mitteilt. Man bestimmt nun in gleicher Weise die Ladung für die Mitte einer Fläche, für eine Kante und für eine Ecke des Würfels, wiederholt die Bestimmungen dann in umgekehrter Reihenfolge und berechnet daraus die Ladungsmengen für die 3 verschiedenen Stellen.

9077. **Kugelkondensator**, auf einer Außenseite geerdet, zur Messung der Kapazität des Elektrometers. (Ibid. Fig. 23 und 24 p. 31.) [Fig. $\frac{1}{9}$ nat. Gr.]

12 —

9078. — auf einer Innenseite geerdet, zur Messung der Kapazität des Elektrometers. (Ibid. Fig. 25 und 26 p. 32.) [Fig. $\frac{1}{9}$ nat. Gr.]

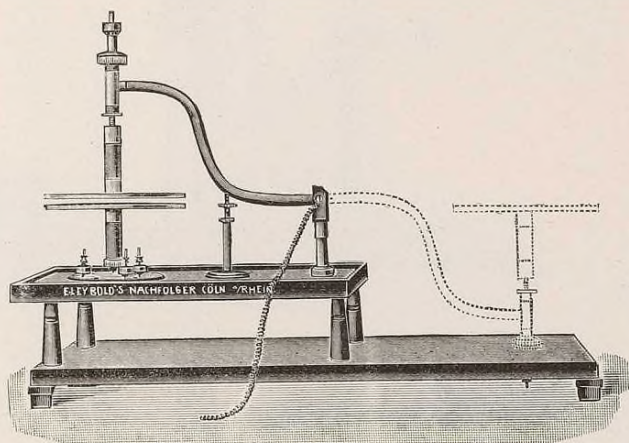
12 —

Dieser sowie der unter der vorangehenden Nummer aufgeführte Kondensator ist zerlegbar, es läßt sich daher seine Kapazität aus den Radien der beiden Kugeln genau berechnen. Zur Bestimmung der Kapazität des Elektrometers wird auf dieses das Faraday'sche Gefäß gesetzt und ein Verbindungsdraht von $\frac{1}{10}$ mm Dicke und etwa 40 cm Länge daran befestigt. Nachdem man das Elektrometer auf das Potential P geladen hat, nähert man den Konduktor dem frei stehenden Ende des Drahtes bis zur Berührung. Dadurch sinkt das Potential auf p . Die Kapazität des Elektrometers ist dann gleich der Kapazität der

Konduktorkugel mal $\frac{p}{P-p}$.



9080.



9081.

9079. **Pendelentlader zur Messung der Kapazität des Elektrometers.** Mit Uhrwerk.

(Ibid. Fig. 27 p. 36.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Nachdem man den Hartgummistab, an dem das hin- und herpendelnde Messing-
kugeln befestigt ist, durch Bestreichen mit einer Flamme vollkommen unelektrisch ge-
macht hat, stellt man den Pendelentlader so auf, daß die Pendelkugel bei jedem Hin- und
Herpendeln zwischen dem geerdeten, auf demselben Stativ befestigten Metallpinselchen und
der Außenseite des auf dem Elektrometer sitzenden Faraday'schen Gefäßes das Pinselchen
und das Gefäß berührt. Während n Schwingungen des Pendels möge dabei das Potential
von P auf p sinken. Alsdann verbindet man einen der Kugelkondensatoren Nr. 9077 oder
9078 von der Kapazität C mit dem Elektrometer und verfährt in gleicher Weise, wobei N
Schwingungen nötig sind, um das Potential P auf p zu erniedrigen. Es verhält sich dann
die Kapazität x des Elektrometers zu $x + C = n : N$, woraus $x = C \cdot \frac{n}{N-n}$.

9080. **Doppelkugelkondensator zur genaueren Messung der Kapazität des Elektrometers.**

(Ibid. Fig. 28 p. 40.) [Fig. $\frac{1}{9}$ nat. Gr.]

Dieser Doppelkugelkondensator besteht aus 2 außen geerdeten Kugelkondensatoren,
durch deren Verbindung die Kapazität des ersten Kondensators um den Betrag der Kapa-
zität des zweiten Kondensators wächst. Wird das Elektrometer mit dem unteren Kugel-
kondensator verbunden, so zeigt es ein Potential P an; wird nun der zweite Kondensator
aufgesetzt und die äußeren Kugeln leitend miteinander verbunden, so sinkt das Potential
auf p . Die Kapazität beider Kondensatoren ergibt sich aus der Gleichung $K = k \left(\frac{P}{p} - 1 \right)$
wo k die Kapazität jedes einzelnen Kondensators bedeutet. Nunmehr wird das Elektro-
meter nebst dem Doppelkugelkondensator auf das Potential P geladen, der Kondensator
entfernt, das Potential P' abgelesen, das Elektrometer entladen und der Kondensator wieder
angeschlossen; das Potential hat jetzt den Betrag p . Aus der Formel $x = K \left(\frac{P}{P'} - \frac{p}{p'} \right)$
läßt sich die gesuchte Kapazität x des Elektrometers berechnen.

9081. **Plattenkondensator zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten.** (Ibid. Fig. 29
und 30 p. 43.) Die obere Platte ist an einem um eine horizontale Achse dreh-
baren Arm befestigt und kann durch Drehung in sehr große Entfernung von
der unteren Platte gebracht werden. Die Isolation geschieht durch Bernstein in
sehr vollkommener Weise. Die Entfernung der beiden Platten läßt sich an einer
Trommel auf $\frac{1}{100}$ mm genau ablesen. Die Parallelstellung der Platten erfolgt
durch 3 Schrauben, die Einstellung auf den Skalennullpunkt geschieht durch das
mittlere Säulchen und einen verstellbaren Anschlag am Arme der oberen Platte.
Kapazität und Verstärkungszahl dieses Kondensators lassen sich nach den bei
den vorigen Nummern angegebenen Methoden bestimmen. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.] . .

9082. **Hochspannungsbatterie zur Bestimmung der Verstärkungszahlen von Kondensatoren.** (Ibid. Fig. 31 p. 48.) Aus 200 Daniell-Elementen in Holzkasten bestehend.

Mk. Pf.

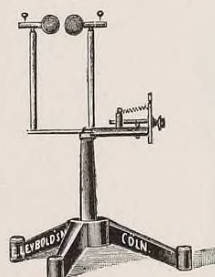
15 —

22 —

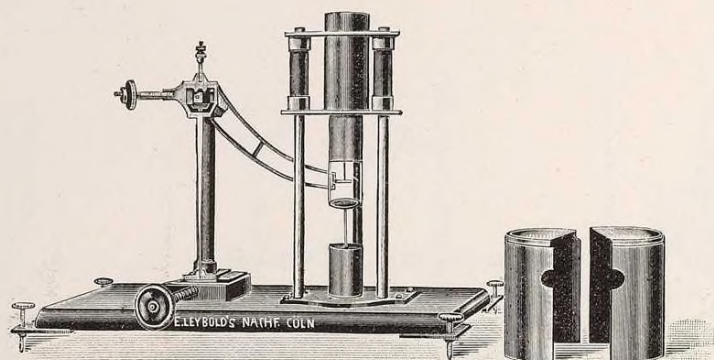
85 —

72 —

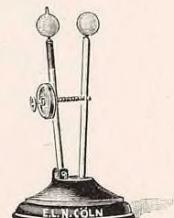
Apparate
nach
Noack.



9084.



9083.



9085.

Der eine Pol der Batterie wird mit dem Elektrometer, der andere mit der Erde verbunden. Der Ausschlag des Elektrometers wächst dabei bis auf die Spannung der Batterie (220 Volt). Jetzt stellt man den Kondensator auf die Plattenentfernung ein, für welche die Verstärkungszahl des Kondensators gemessen werden soll, verbindet Kollektorplatte und Elektrometer durch einen Draht, schließt den Kondensator, leitet z. B. das 30. Element der Batterie zur Erde ab und verbindet das erste Element durch einen Draht mit gut isolierendem Handgriff kurz mit der Kollektorplatte. Oeffnet man nun den Kondensator wieder, so zeigt das Elektrometer einen Ausschlag an. Man wählt nun die Anzahl der Elemente so, daß von den Ausschlägen, die man durch Verbinden mit zwei benachbarten Elementen erhält, der eine etwas größer, der andere etwas kleiner ist als der bei 220 Volt erhaltene Ausschlag. Durch Interpolation findet man die Anzahl n der Elemente, die mit dem Kondensator den gleichen Ausschlag geben, wie die 220 Volt ohne den Kondensator. Daraus ergibt sich die Verstärkungszahl, indem dieselbe gleich $200 : n$ ist.

9083. **Absolutes Zylinderelektrometer** nach Bichat und Blondlot, vereinfacht. (Ibid. Fig. 32 p. 52.) (Ein feineres Instrument für genaue Messungen siehe in unserem Hauptkatalog Nr. 4997 p. 538, für Schulversuche genügt das vereinfachte vollkommen.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] Nebst Gehäuse und Schutzzylinder

110

Die Wage wird zunächst mit Hilfe des angebrachten Senkels genau eingestellt, die Arretierung gelöst und mit Hilfe der am Wagebalken verstellbaren Schraube der Zeiger auf 0 eingestellt. Der isolierte Zylinder wird nun auf das zu messende Potential P gebracht. Der innere Zylinder wird dadurch gehoben, und es müssen, um wieder Gleichgewicht herzustellen, auf die Wageschale m Milligramm aufgelegt werden. Aus der Gleichung

$$0,981 \cdot m = \frac{1}{4} P^2 : \log \frac{R}{r},$$

in welcher R und r die Radien der beiden Zylinder bedeuten, erhält man die gesuchte Spannung in elektrostatischen Einheiten.

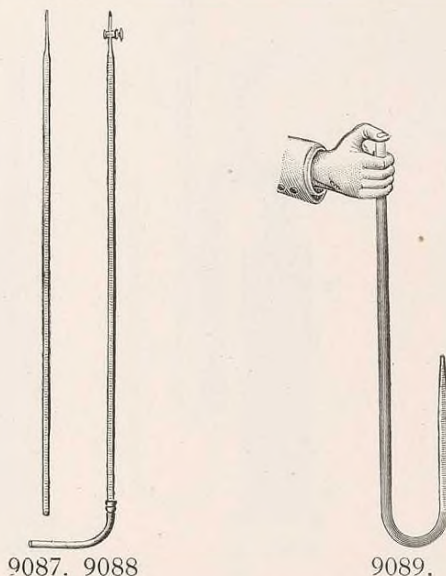
9084. **Funkenmikrometer zur Messung von Funkenpotentialen.** Das eine Säulchen ist durch eine Mikrometerschraube verstellbar. (Ibid. Fig. 33 p. 54.) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
9085. — die eine Säule ist durch ein Gelenk drehbar; die Mikrometerschraube befindet sich in halber Höhe. (Ibid. Fig. 34 p. 54.) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

48

27

Diese Funkenmikrometer dienen dazu, mit Hilfe des in Volt geeichten Elektrometers die Spannungen zu messen, bei denen zwischen 2 gleichen Zinkkugeln eine Entladung eintritt.

Die Kugeln des Entladers werden auf die betreffende Entfernung gebracht; das Blättchen des Elektrometers, der Knopf der Leydenerflasche Nr. 9073, die eine Kugel des Entladers und der eine Pol einer Influenzelektrisiemaschine werden unter sich verbunden, das Elektrometergehäuse, der äußere Belag der Leydener Flasche, die andere Kugel des Entladers und der andere Pol der Influenzelektrisiemaschine werden geerdet. Läßt man nun die Maschine arbeiten, so wächst der Ausschlag des Elektrometers immer mehr, bis er im Augenblicke, wo ein Funken zwischen den beiden Entladerkugeln überspringt, rasch abnimmt. Der Maximalausschlag gibt das gesuchte Entladungspotential direkt in Volt an.



9087. 9088

9089.

Apparate nach Prof. Rebenstorff-Dresden.

9086. **Vertikal-Maßstab** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 346, 1905). Die Zentimeterfelder sind dezimeterweise in den Armeefarben (grau, weiß, rot, gelb, blau) bemalt, so daß die Ablesung auch auf größere Entfernung möglich ist.
9087. **Druckrohr zum Messen des Wasserdruckes in einer Wasserleitung** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIV p. 212, 1901). In Kubikzentimeter geteilt. [Fig. $\frac{1}{14}$ nat. Gr.]

Das an einem Ende zugeschmolzene Rohr wird mit dem offenen Ende durch einen Kautschukschlauch mit dem Hahne der Wasserleitung, in der man den Druck zu bestimmen wünscht, verbunden. Bevor man jedoch die Verbindung herstellt, muß man den Schlauch durch Öffnen und Schließen des Hahnes voll Wasser füllen. Es ist ratsam, starkwandigen Schlauch zu nehmen und diesen am Glasrohr festzuschnüren. In dem Glasrohr ist nun eine Luftsäule von beispielsweise 100 cm Länge abgeschlossen. Öffnet man nun den Hahn der Wasserleitung, so steigt das Wasser im Glasrohr und komprimiert die Luft nach dem Mariotte'schen Gesetze. Beträgt die Länge des Luftvolumens jetzt noch 30 cm, so ist der Druck gleich $100/30 = 3\frac{1}{3}$ Atmosphären; der Wasserdruck allein beträgt dann $2\frac{1}{3}$ Atmosphären. Öffnet man einen beliebigen andern Wasserhahn in demselben oder einem andern Zimmer, so sinkt das Wasser um einige cm, und zwar um so mehr, je größer der Durchmesser dieses Hahnes ist.

9088. — mit Glashahn am geschlossenen Ende. [Fig. $\frac{1}{14}$ nat. Gr.]

Dieser Glashahn bietet den Vorteil, daß man das Rohr an den Kautschukschlauch anschließen kann, bevor man den Schlauch mit Wasser füllt. Man hat nur nötig den Hahn so lange zu öffnen, bis das Wasser in dem Glasrohr emporzusteigen beginnt. Außerdem erlaubt diese Anordnung auch Kontrollversuche, indem man das Luftvolumen vor Schließen des Glashahnes beliebig groß wählen kann.

9089. **Rohr zur Erzeugung eines Wasserstrahles durch Quecksilberdruck** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XII p. 286, 1899) und zur Demonstration des Wasserstoßes (vergl. Antolik, Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IV p. 122, 1891). [Fig. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.]

Für den erstgenannten Versuch füllt man den langen Schenkel ganz mit Wasser und schließt denselben durch Aufdrücken des Daumens. Hebt man nun den Finger rasch weg, so spritzt das Wasser infolge des Stoßes einige Meter hoch.

Für den zweiten Versuch füllt man beide Schenkel so weit mit Wasser, daß der kürzere zur Hälfte gefüllt ist und bringt durch Neigen dieses Wasser in den kürzeren Schenkel. Alsdann verschließt man den kürzeren Schenkel mit dem Finger und gießt in den längeren Schenkel des Rohres (das man zweckmäßig in ein Stativ festklemmt) Quecksilber. Bei hinreichender Höhe des Quecksilbers springt nach Entfernen des Fingers vom kürzeren Schenkel das Wasser einige Meter hoch.

Mk. Pf.

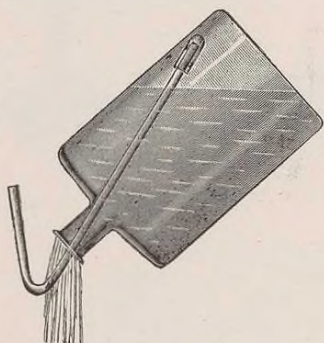
14 —

3 50

5 50

1 35

Apparate
nach
Rebens-
torff.



9090/9091.



9092 C.



9092 D.



9092 A.



9092 B.

9090. Rohr zum schnellen Entleeren enghalsiger Flaschen (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 352, 1903). Diese Röhren sind sehr bequem beim Ausspülen großer enghalsiger Flaschen, es ist daher zu empfehlen, in der Nähe des Spülbeckens einige dieser Entleerungsröhren aufzuhängen. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Der längere Schenkel wird in die gefüllte Flasche geschoben, der kürzere Schenkel mit dem Finger geschlossen, die Flasche zum Entleeren umgekehrt und nun der Finger entfernt.

9091. — kleiner. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

9092. Apparat für Taucherversuche (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIII p. 249, 1900), bestehend aus 4 weißen und 2 gefärbten Tauchern, 1 Taucherglocke mit Kork, 1 großen und 1 kleinen Zylinder, einer Druckflasche mit 2 Korken, einem Hahn und 1 Rohrverbindung. [Fig. A u. B ca. $\frac{1}{10}$, Fig. C $\frac{1}{13}$, Fig. D $\frac{1}{11}$ nat. Gr.]

1. Versuch: Senkt man die Taucher in Wasser (Fig. 9092 A), so füllen sie sich durch die seitliche, sorgfältig ausjustierte Oeffnung mit so viel Wasser, wie beim Cartesianischen Taucher nötig ist.

2. Versuch: Faßt man den Taucher mit den Fingern und führt einige heftige Abwärtsbewegungen mit ihm aus, so wird etwas Luft verdrängt, so daß der Taucher nur noch ganz dicht unter der Wasseroberfläche das Bestreben aufwärts zu steigen hat, dagegen rasch zu Boden sinkt, wenn er weiter in das Wasser hineingedrückt wird.

3. Versuch: Man stülpt die oben zugehaltene Glocke über den Taucher (Fig. 9092 B): dieser fängt wieder an zu steigen.

4. Versuch: Wird die luftgefüllte Glocke nur so tief gehalten, daß der Taucher noch gar nicht oder nur wenig in sie hineinragt, so schnellt er augenblicklich in die Glocke hinein, wenn deren obere Oeffnung freigegeben wird.

5. Versuch: Man benutzt die Anordnung Fig. 9092 C indem man das Rohr *s* vor dem Aufsetzen voll Wasser saugt. Vergleicht man die Punkte *O* und *U*, bis zu denen man das Rohr *s* heben bzw. senken muß, damit der Taucher bei *o* oder bei *u* zu schweben anfängt, so findet sich, daß $OU = ou$ ist.

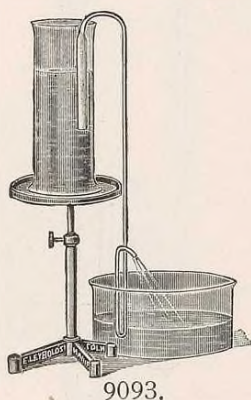
6. Versuch: Setzt man den Kork *b* mit Hahn auf (Fig. 9092 D), füllt dieses Rohr mit Wasser und schließt nun den Hahn, so kann man durch Hinein- und Herausbewegen des Glasrohres erreichen, daß der Taucher schwebt. Erwärmen der Flasche mit der warmen Hand genügt, den Taucher zum Steigen zu bringen.

Weitere Versuche siehe in der zitierten Abhandlung.

9093. Hebevorrichtung mit selbsttätigem Beginnen des Fließens (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 90, 1902). [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Die untere Schlinge des Hebers wird zuerst mit Wasser gefüllt, dann der Heber wie jeder andere Saugheber in das zu entleerende Gefäß gestellt. Ist die Flüssigkeit bis unter den Rand des oberen Schenkels abgelaufen, so fließt der Heber bei genügendem Nachfließen der Flüssigkeit und bei Verwendung eines ziemlich weiten Gefäßes vor dem Ueberlaufen von selbst wieder an.

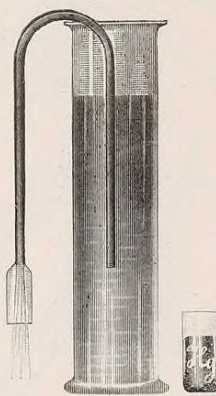
Mk.	Pf.
1	45
1	25
14	75
1	50



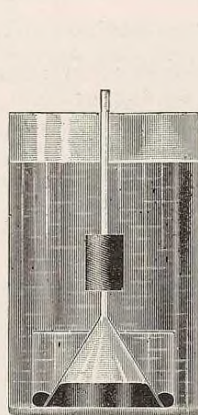
9093.



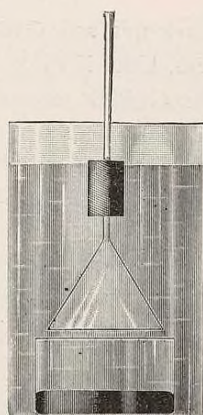
9094.



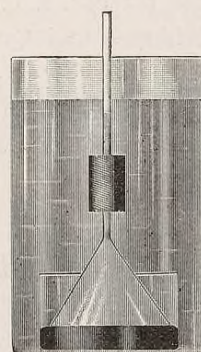
9095.



9096 B.



9096 A.



9096 C.

9094. **Saugheber mit bleibender Füllung** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 161, 1906). Nebst Schlauch, Quetschhahn und Glasrohrstöpsel. Ein solcher Heber saugt sehr rasch und kann unter anderem bequem dazu verwendet werden, Kühlbäder vor dem Ueberlaufen zu schützen. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Diesen Saugheber, dessen Schenkel mit Mullgewebe überbunden sind, saugt man zunächst ganz voll Wasser und schließt dann den Kautschukschlauch entweder mit der Schlauchklemme oder mit dem Glasstöpselchen. Der Heber wird über die Wand des Gefäßes gehängt, aus welchem Wasser entleert werden soll.

9095. **Heber zum Ansaugen von Quecksilber** (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 161, 1906). [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

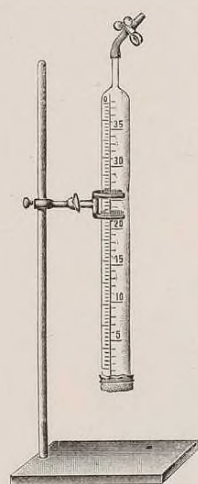
Um den Heber anzusaugen, bewegt man das halb mit Quecksilber gefüllte, dem Heber beigegebene Gefäß über die glockenartige Erweiterung des Hebers aufwärts und wieder zurück.

9096. **Schwimmapparat**, bestehend aus Trichter mit passendem Kork, Glasgefäß, Quecksilberschale und Pipette. [Fig. A—C $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

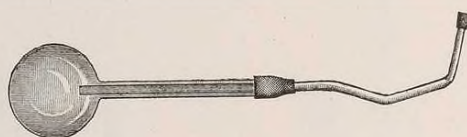
Nachdem man die Schale etwa 2 cm hoch mit Quecksilber gefüllt und in das größere Gefäß gestellt hat, füllt man das Gefäß voll Wasser und bringt den Trichter darin zum Schwimmen. (Fig. 9096 A.) Hebt man nun den Trichter wieder aus dem Wasser, hält die Oeffnung des Trichterrohres zu und drückt den Trichter so weit in das Wasser, daß sein Rand das Quecksilber berührt, so wird der Trichter merklich in das Quecksilber hinein gepreßt, sobald man den Finger entfernt. (Fig. 9096 B.) Hätte man den Trichter nicht erst aus dem Wasser genommen, sondern ihn zuerst schwimmen lassen, so würde der Trichter ebenfalls in das Quecksilber hinuntergedrückt, jedoch so wie es in Fig. 9096 C abgebildet ist. Füllt man mittelst der Pipette Wasser in das Trichterrohr, so steigt der Trichter infolge des wachsenden Auftriebes empor.

Mk.	Pf
1	55
2	75
2	75

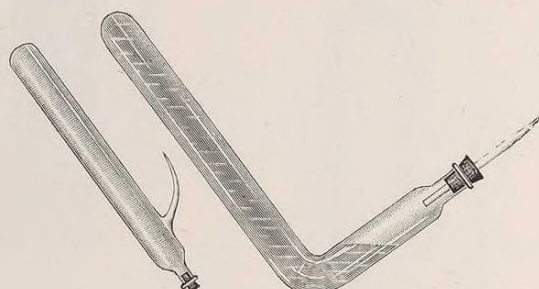
Apparate
nach
Rebens-
torff.



9097.

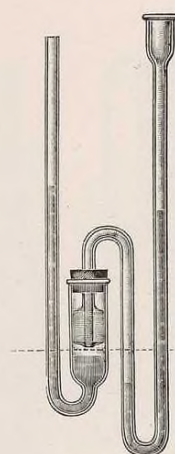


9099.

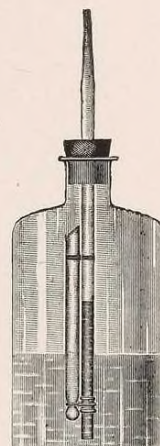


9102.

9103.



9100.



9101.

9097. Bestimmung des Rauminhaltes eines großen Gefäßes nach dem Mariotte'schen Gesetze (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 349, 1903). Ohne Stativ, aber mit Schlauch und Quetschhahn, für Gefäße bis zu 10 Liter. [Fig. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.]

Das kalibrierte Rohr wird durch Ansaugen bis zum Nullstrich der Skala mit Wasser gefüllt und mit dem Raume verbunden, dessen Volumen bestimmt werden soll. Oeffnet man dann den Quetschhahn, so sinkt das Wasser in dem Rohre bis zum Striche a cm bzw. v ccm. Ist b der Barometerstand, so verhält sich $x \cdot 13,6 \cdot b = (x + v) \cdot (13,6 \cdot b - a)$, woraus

$$x = v \cdot \left(\frac{13,6 \cdot b}{a} - 1 \right).$$

9098. — für Gefäße, deren Inhalt größer ist als 10 Liter 5 —
9099. Vorrichtung zur Gewinnung der in Wasser gelösten Luft (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 222, 1905). [Fig. $\frac{1}{9}$ nat. Gr.] 2 25

Die ganze Vorrichtung wird mit Wasser der Wasserleitung gefüllt und das Glasrohr durch den Kork verschlossen. Zieht man jetzt das Glasrohr etwas aus dem Kolbenhalse heraus, so wird dadurch die Luft aus dem Wasser gesaugt. Diese sammelt sich in dem Glasrohre. Sie läßt sich durch Entfernen des Korkes in der pneumatischen Wanne auffangen und kann man dann den großen Sauerstoffgehalt der Luft nachweisen.

9100. Niveauröhrchen für das Verständnis der Niveauänderungen beim Gefäß- und beim Heberbarometer. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.] 4 —

Der weite Rohrteil wird bis zu einem Drittel mit gefärbter Flüssigkeit gefüllt, dann der Kolben halb eingeschoben, wodurch die Flüssigkeit im Gefäßbarometerrohre steigt. Alsdann füllt man in das Heberbarometerrohr so viel Flüssigkeit, daß bei gelindem Anziehen des Kolbens sein kürzerer Schenkel so hoch wie der weite Rohrteil gefüllt ist. Zum Versuch drückt man den Kolben etwas hinein und zeigt, daß die Flüssigkeit in dem weiten Rohre fast gar nicht sinkt, in dem Gefäßbarometerrohre stark steigt, in den beiden Schenkeln des Heberbarometers ebenfalls merklich steigt bzw. sinkt, und daß dieser Betrag gleich der halben Steighöhe im Gefäßbarometerrohre ist.

9101. Heronsball zum Nachweise des Dampfdruckes von Äther (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 91, 1904 und XIX p. 352, 1906). [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] 3 50

Das am Glasrohr festgebundene Röhrchen wird zur Hälfte mit Aether gefüllt und der Stopfen fest auf die bis zu einem Drittel mit Wasser gefüllte Flasche gesetzt. Jetzt schließt man das Rohr mit dem Finger, neigt die Flasche so weit, daß der Aether ausfließt und entfernt nach einiger Zeit den Finger; durch den Aetherdruck wird das Wasser kräftig aus der Flasche herausgedrückt. Schließt man die Spitze wieder und schüttelt die Flasche lebhaft, so löst sich der Aetherdampf im Wasser auf, und es entsteht eine Luftverdünnung: beim Entfernen des Fingers hört man die Luft einströmen.

9102. Nachweis des Dampfes über heißem Wasser (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 292, 1906). [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] 1 —

Das Rohr wird ganz mit Wasser gefüllt und unten mit dem Daumen verschlossen. Erwärmt man dann den oberen Teil, bis die aufsteigenden Gasblasen größer geworden sind, und entfernt den Finger kurz, so springt ein kräftiger Wasserstrahl aus der seitlichen Rohrspitze.

Mk. Pf.

4 —

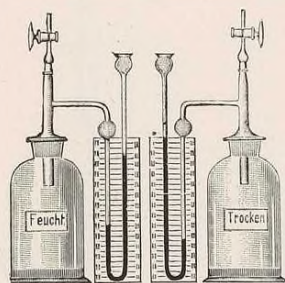
5 —

2 25

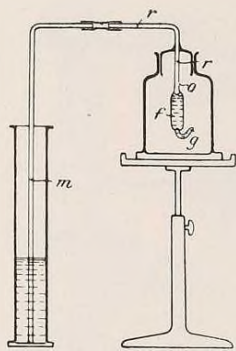
4 —

3 50

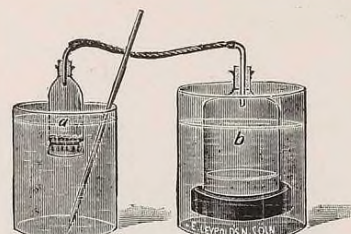
1 —



9105.



9104.



9107.

9103. Nachweis des Dampfdruckes über heissem Wasser; andere Ausführung. (Ibid.)

[Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] Nebst Drahtnetzzyliner

Das winklig gebogene Rohr wird zum größten Teil mit Wasser gefüllt, der Kork fest aufgesetzt und die Luft in den kürzeren Schenkel gebracht. Hat man nun den oberen durch den Drahtnetzzyliner geschützten Teil hinreichend erwärmt, so neigt man das Rohr so, daß die Luft nun in diesen Teil geht. Sofort spritzt das untere, kalt gebliebene Wasser in kräftigem Strahl heraus.

9104. Apparat zur Bestimmung der relativen Feuchtigkeit (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 23, 1904), bestehend aus 2 Flaschen mit eingeschliffenen Stopfen, 2 Zylindern, 2 Tischchen, 1 Heber und den nötigen Glasröhrchen etc. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Um den Versuch vorzubereiten, werden die beiden Glasflaschen gut ausgetrocknet; ferner taucht man das Röhrchen *g* in Quecksilber und bringt auf diese Weise einen Tropfen Quecksilber in dieses Röhrchen; jetzt schließt man die Oeffnung *o* mit dem Finger und saugt bei *r* konzentrierte Schwefelsäure durch *g* in die Erweiterung *f*. Durch Abspülen wird die an den Außenwänden des Gefäßes und über dem Quecksilbertropfen sitzende Schwefelsäure entfernt. Die beiden Zylinder werden gleich hoch mit Wasser gefüllt und der Wasserstand an den Röhrchen *m* gemerkt. Zum Versuch wird in die eine Flasche trockene Luft hineingesaugt, in die andere feuchte Luft hineingehaucht und die Apparate so zusammengestellt, wie es in der Figur für einen Apparat gezeichnet ist. Schwenkt man nun die Glasflaschen, bis die Schwefelsäure aus *g* ausgeflossen ist und die Böden und die Seitenwände der Flaschen benetzt hat, so sieht man in den Röhren *m* das Wasser steigen. Mit Hilfe des Hebers bringt man nun das Wasser wieder zur Marke *m* und berechnet nun aus den Niveaudifferenzen in den beiden Zylindern die Dampfdrucke bei trockener und bei feuchter Luft und daraus die relative Feuchtigkeit.

9105. Vorrichtung zum Nachweise der Aenderung des Dampfdruckes mit der Temperatur (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 213, 1904). Komplett inkl. 2 Papphüllen, einer Fadenpipette und einem Fläschchen mit gefärbtem Vaselineöl. Die Flaschen sind mit Glashähnen. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Die 2 Flaschen werden mit einigen ccm Wasser bzw. Schwefelsäure so weit gefüllt, daß die restierenden Luftvolumina die gleichen sind. Die 2 Manometerröhren werden durch Ansaugen mit dem durch Alkannahrot gefärbten Vaselineöl, unter Zuhilfenahme der Fadenpipette bis zum Nullpunkt gefüllt. Die Flaschen kommen nun in die Papphüllen, um Ausstrahlung zu vermeiden, und werden mit diesen an einen wärmeren oder kälteren Ort gestellt (Schrank, Fußboden). Nach einiger Zeit schließt man die Hähne und stellt den Apparat nunmehr auf den Tisch. Es zeigt sich, daß das Manometer auf der Seite der durch Schwefelsäure getrockneten Flasche weniger hoch steigt, als dasjenige auf der Seite der feuchten Flasche. Die Druckänderung ist in der feuchten Flasche um die Aenderung des Dampfdruckes größer. — Da Alkannah durch Licht gebleicht wird, stellt man die Manometer beim Aufbewahren wechselseitig mit in die andere Papphülle.

9106. Aluminiumschale für den Leydenfrost'schen Versuch (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 29, 1906)

9107. Verschiedenheit der Oberflächenspannung von Wasser und Äther (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 27, 1906). Bestehend aus einer Flasche *a* mit abgesprengtem Boden, deren Oeffnung mit Tüll überzogen ist, einer Flasche *b* mit Bleiring, 2 Gefäßen, den nötigen Verbindungen und einer Pipette. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

2 15

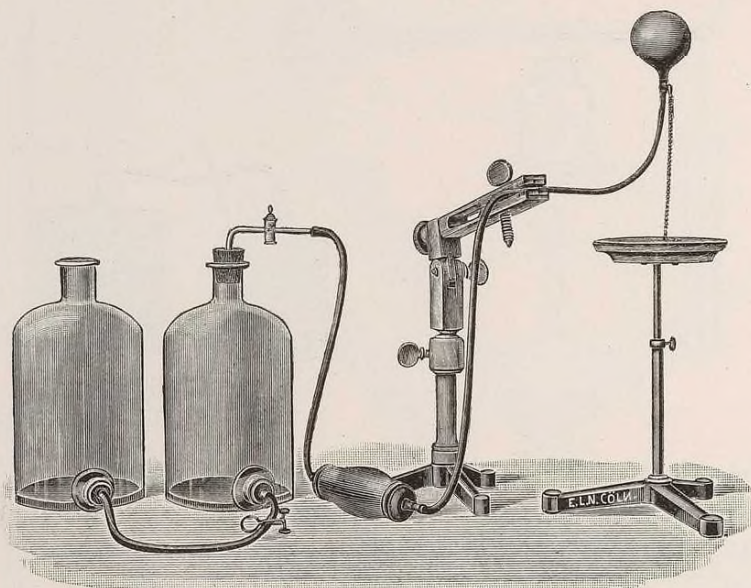
25 —

30 —

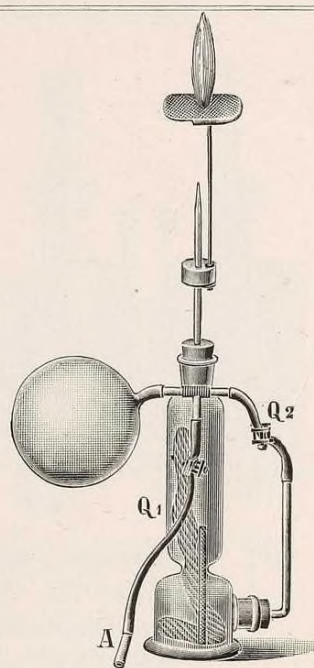
— 75

12 50

Apparate
nach
Rebens-
torff.



9108/9109.



9111.

Die beiden Gefäße werden mit Wasser gefüllt, Flasche *a* zur Hälfte hineingesenkt und in einem Stativ festgeklemmt, Flasche *b* zuerst ziemlich tief in das Wasser des anderen Gefäßes gesenkt, wieder etwas gehoben, wobei Luftblasen durch die Tüllmaschen dringen, und endlich wieder so weit gesenkt, daß diese Luftblasen verschwinden. Nun läßt man durch die Pipette etwas Aether unter dem Tüll sich ausbreiten. Sobald der Aether den Tüll erreicht, brechen wieder starke Luftmengen aus dem Tüll heraus.

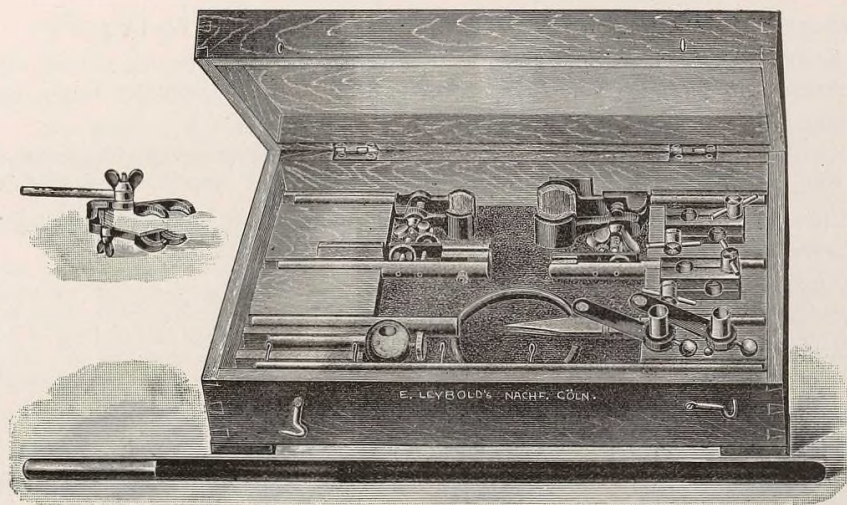
9108. Apparate zu messenden Versuchen bei Luftballons (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 98, 1906), bestehend aus 4 Gummiballons, 1 Gebläse mit Schlauch, 1 Glasrohr mit Kork, 2 Glasstöpselchen, 2 Zwischenstückchen, 2 Ketten, 1 Stück dünnwandigem Schlauch und 1 Maßband zur Bestimmung des Umfanges des Ballons. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] 9 —
9109. Zwei Glasflaschen und ein Verbindungsschlauch dazu; die eine dieser Flaschen mit Gummistopfen und Absperrhahn. (Ibid.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] 12 —
9110. Große Blechkiste nebst Befeuchtungsflasche zum Aufbewahren von Gummiballons, Kautschukschläuchen etc. (Ibid. p. 101.) Die Befeuchtungsflasche enthält mit Salizylsäure befeuchtete Watte, die in langen Zwischenzeiten mit etwas Wasser angefeuchtet wird. Wird der Kautschukvorrat nebst dieser Flasche in der verschlossenen Blechkiste aufbewahrt, so hält er sich lange Zeit, ohne brüchig zu werden 1 50
9111. Brenner für empfindliche Flamme (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX p. 282, 1906). Nebst Gasentwickler und Gebläse.

Während die bisher konstruierten Brenner für empfindliche Flammen für Leuchtgas eingerichtet waren, ist dieser für karburierte Luft eingerichtet und läßt sich daher samt dem Gasentwickler leicht transportieren. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] 15 —

In den Trockenturm wird durch den oberen Hals ein Gemisch von gleichen Teilen Aether und Benzol geschüttet, und zwar so viel, daß der Boden des Gefäßes etwa 1 cm hoch bedeckt ist, wenn der der ganzen Höhe des Gefäßes entlang sich ausbreitende Docht vollgesogen ist. Das Drahtnetz soll 4—6 cm über der Oeffnung des spitz ausgezogenen Glasrohres sich befinden. Ist der Apparat in dieser Weise vorbereitet, so öffnet man den Quetschhahn Q_1 und bläst durch das Glasrohr *A* Luft in den Gummiball; ist dieser aufgeblasen, so wird der Quetschhahn Q_1 geschlossen und Q_2 ganz wenig geöffnet. Die Luft aus dem Gummiball strömt durch den Trockenturm und wird karburiert. Der aus der Spitze austretende Strom karburierte Luft läßt sich nun oberhalb des Drahtnetzes entzünden. Die Stellung des Drahtnetzes und besonders diejenige des Quetschhahnes Q_2 wird so reguliert, daß die Flamme etwa 5 cm hoch ist. Sie ist dann für die geringsten Geräusche empfindlich, und der ganze Apparat läßt sich bequem von einer Stelle an eine andere transportieren.



9112 A.



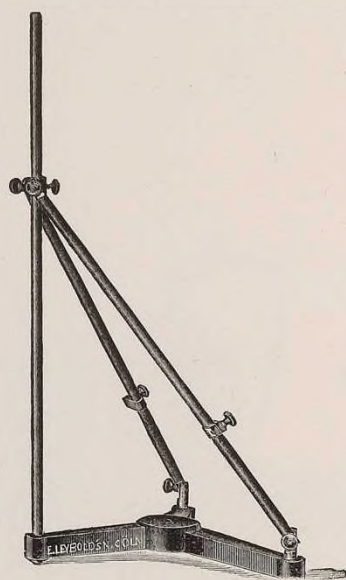
9112 B.

Apparate nach Prof. Weinhold-Chemnitz.

Weinhold, Physikalische Demonstration IV. Aufl. Leipzig, Quandt & Haendel, 1905.

Im Folgenden geben wir ein Verzeichnis derjenigen Apparate nach Weinhold, welche in der IV. Auflage der Physikalischen Demonstrationen entweder neu oder in anderer Ausführung beschrieben sind.

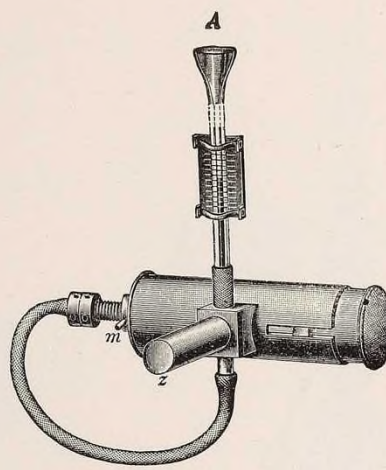
Apparate
nach
Weinhold.



9113.



9118.



9116.

9112. **Präzisionsstativ** auf großem Eisenfuß mit vernickeltem Stab (W. D. p. 37).

Komplett mit folgenden Nebenteilen in Holzkasten:

- 1 Stütze mit Schraube zum Gebrauch des Statives in horizontaler Lage;
- 2 Messingklemmen (W. D. Fig. 38 p. 38);
- 1 Klemme zum Befestigen zylindrischer oder prismatischer Gegenstände (Platten etc.) (W. D. Fig. 39 p. 38);
- 1 Klemme zum Befestigen konischer, keilförmiger oder pyramidalen Gegenstände (W. D. Fig. 40 p. 38);
- 1 Pinzette mit Klemmvorrichtung;
- 1 Klemme mit Flügelmutter (sog. Bürettenhalter), klein;
- 1 Klemme mit Flügelmutter, groß;
- 1 Retortenhalter;
- 1 Ring zum Halten von Trichtern etc., 10 cm;
- 1 Stab, 40 cm lang, als Querarm dienend;
- 1 Stab, 40 cm lang, mit Haken zum Aufhängen von Thermometern und dergl.
- 1 Hartgummistab, 60 cm lang, mit 2 daran verschiebbaren mit Klemmschrauben versehenen Metallhülsen; zum Halten von Geißler-Röhren.

Dieses Stativ sowie die genannten Nebenteile sind von bedeutend größerer Genauigkeit als die üblichen Bunsenstative; es lassen sich daher Gegenstände sehr genau und fest einspannen. Alle Messingteile sind lackiert, die Eisenteile vernickelt. [Fig. 9112 A p. 991 $\frac{1}{9}$ nat. Gr.; Fig. 9112 B $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

9113. **Verstrebtes Stativ**, welches sich durch besonders große Stabilität auszeichnet (W. D. Fig. 41 p. 39). [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Auf das kreisförmige Mittelstück des Dreifußes kann eines der Gewichte Nr. 190 p. 45 oder 1251 p. 187 unseres Hauptkataloges zwecks Beschwerung des Statives aufgelegt werden.

9114. **Hohlwürfel** von starkem Messingblech, 30 mm Seite, zum Nachweis der Beziehung des Grammgewichts zum metrischen Maße (W. D. p. 60)

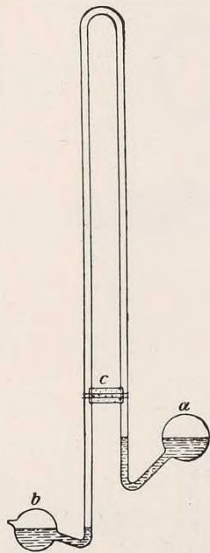
9115. **Wurfmaschine** (W. D. Fig. 67/68 p. 79/81), bestehend aus 140 cm langer Holzlatte mit Pendeln und einer viereckigen Metallplatte mit Lot und einer um einen

Mk. Pf.

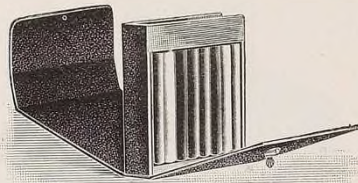
70 —

36 —

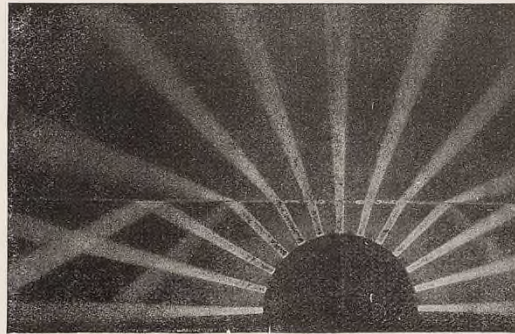
12 —



9119.



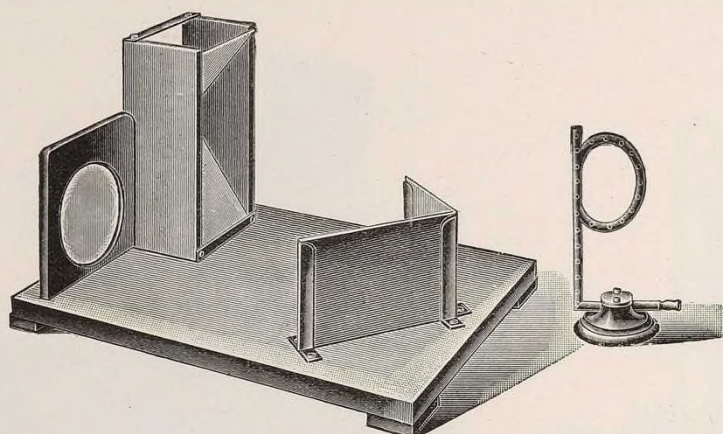
9124 p. 994.



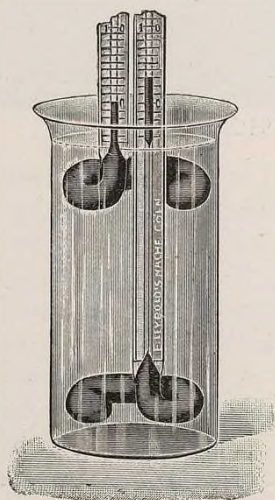
9120.

- Zapfen drehbaren zur Verbindung mit einer Wasserleitung eingerichteten Ausflußspitze 36 —
- Die Metallplatte wird mit Hülfe zweier Schraubzwingen (Hauptkatalog Nr. 1067—1070 p. 156) am oberen oder unteren Rande der vertikal stehenden Wandtafel befestigt.
9116. **Beruhigungsvorrichtung zum Foucault'schen Pendel** (W. D. Fig. 99 A und B p. 124). [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] 18 —
- Nachdem das Innere dieses Apparates mit gefärbtem Wasser gefüllt worden, befestigt man den Zapfen Z in einem Stativ und stellt dieses seitlich von der Pendelkugel des Apparates Nr. 505 p. 90 unseres Hauptkataloges so auf, daß die Membran, welche das horizontale Rohr verschließt, die Pendelkugel an der Stelle ihres Aequators nahezu berührt und bringt nun durch Drehen an m die Membran zur Berührung mit der Kugel. An dem Stande des Wasserspiegels im Manometerrohre A erkennt man, ob die Pendelkugel noch Schwankungen macht oder in vollkommener Ruhe ist.
9117. **Apparat zur Massenanziehung**, nebst Metallgehäuse und Schutzkasten auf Wandbrett montiert (W. D. Fig. 100 p. 127). Nebst Linse und drehbarem Spiegel. Dieser Apparat ist sehr sorgfältig gegen Störungen aller Art gesichert und gibt daher gute Resultate 350 —
9118. **Senkgläschen zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes einer Flüssigkeit** (W. D. Fig. 115 p. 151. [Fig. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.] 1 50
9119. **Vakuumheber** (W. D. Fig. 171 p. 212) zum Beweise, daß ein Heber auch ohne Mitwirkung des Luftdruckes fließen kann. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] 6 —
9120. **Einsatz für Versuche über Brechung** beim Uebergang des Lichtes aus Wasser in Luft (W. D. Fig. 284 und 285 p. 368 und 369), passend zu dem rechteckigen Glaskasten Nr. 2963/2964 p. 393 unseres Hauptkataloges. [Fig. zeigt die Erscheinung in $\frac{2}{7}$ nat. Gr.] 16 —
9121. **Vorrichtung zum genauen Nachweis des Brechungsgesetzes** (W. D. Fig. 286 p. 370), passend zu den Demonstrations-Goniometern Nr. 2968 und 2969 p. 394 unseres Hauptkataloges 20 —
9122. **Konzentrationslinie** von 8 cm Durchmesser und 10—15 cm Brennweite bei Benutzung einer Bogenlampe bei den Demonstrations-Goniometern Nr. 2968 und 2969 p. 394 (W. D. p. 371). Auf Stativ 13 —

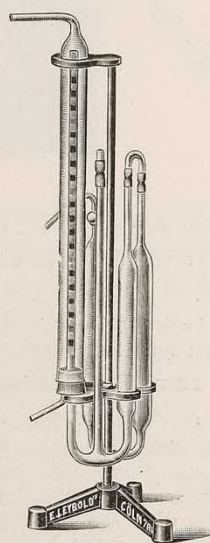
Apparate
nach
Weinhold.



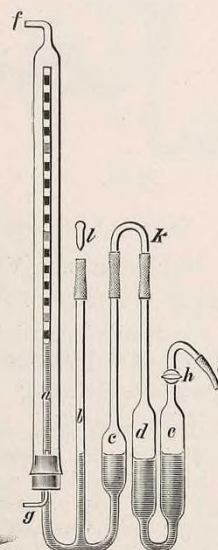
9123.



9125.



9126 A.



9126 B.

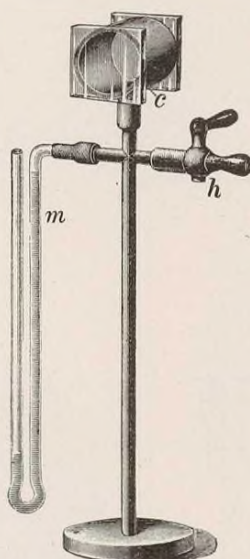
9123. Modell des Porro'schen Prismenfernrohres (W. D. Fig. 319 p. 442). Dieses Modell dient zur Demonstration des Strahlenganges in dem sog. Trieder-Binocle. Das Okular ist weggelassen, die 2 totalreflektierenden Prismen sind durch 4 Planspiegel ersetzt. An dem Modell erkennt man deutlich, daß der Lichtstrahl den Weg zwischen je 2 Prismen 3mal zurücklegen muß, es erklärt also, wodurch die wesentliche Verkürzung (auf nahezu die halbe Objektivbrennweite) bei diesen Fernrohren zustande kommt. Ferner zeigt es die seitliche Verschiebung, wodurch erzielt wird, daß die optischen Achsen weiter voneinander entfernt sind als die Augenachsen. Die Brennweite der Objektivlinse beträgt ca. 67 cm. Nebst P-förmigem Gasbrenner. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Zu den Versuchen stellt man den Brenner in einiger Entfernung von dem Apparate auf und projiziert das Bild des Brenners auf einen auf der andern Seite des Apparates aufgestellten Schirm. Bei richtiger Stellung erhält man auf dem Schirm ein verkleinertes aufrechtes Bild. Entfernt man der Reihe nach die verschiedenen Spiegel, so erkennt man, daß die Lichtstrahlen tatsächlich von den 4 Spiegeln reflektiert sind. Der Brenner muß etwas geneigt aufgestellt werden, damit die oberen Flämmchen nicht infolge der aufsteigenden Wärme zu sehr flackern.

9124. 8 Fläschchen mit fluoreszierenden Flüssigkeiten (W. D. p. 455). In Karton mit 2 Klappen, so daß die fluoreszierenden Substanzen sowohl im durchgehenden

Mk. Pf

20 —



9127.

- wie im auffallenden Lichte beobachtet werden können. Die Klappen dienen auch zum Schutze der Röhrchen bei Nichtgebrauch. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr. p. 993].
9125. **Dichtigkeitsmaximum des Wassers.** Aus 2 Thermometern mit großen horizontalen, kreisförmigen Thermometergefäßen und Standzylinder bestehend. Die Länge eines Grades beträgt 5 mm. (W. D. Fig. 339 p. 480.) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
9126. **Ausdehnung der Gase bei konstantem Druck** (W. D. Fig. 343 p. 486). Auf Gestell.

[Die Figur 9126 A zeigt den Apparat in $\frac{1}{10}$ nat. Größe; die Figur 9126 B stellt den Apparat in gefülltem Zustand dar und zwar sind der Deutlichkeit wegen die beiden mit Oel zu füllenden Röhren neben den mit Schwefelsäure gefüllten gezeichnet, während sie sich beim Apparate hinter diesen befinden.]

Man entfernt die an *b*, *c* und *d* sitzenden Kautschukschläuche und gießt mit Hilfe eines kleinen Trichters durch *b* konzentrierte Schwefelsäure ein. (Man kann diese durch Erwärmen mit wenig Indigokarmin blau färben.) Von Zeit zu Zeit neigt man den Apparat etwas nach links, damit die Säure nach *a* fließen kann und füllt so viel Schwefelsäure ein, bis noch $32\frac{1}{2}$ cm der Skala über dem Niveau der Schwefelsäure stehen. Dann gießt man noch so viel Schwefelsäure nach, daß die Erweiterung des Rohres *c* halb gefüllt ist. *d* und *e* werden zur Hälfte mit Schmieröl (Gemenge von Mineralöl und Baumöl) gefüllt und nun das Rohr *k* und die Kautschukschläuche wieder aufgesetzt.

Man leitet nun zunächst durch einen an *g* gesteckten Schlauch Wasser von der Temperatur *t* durch den *a* umgebenden Mantel und läßt dieses bei *f* abfließen. Bläst man durch den Schlauch *i* soviel Luft nach *e*, daß die Schwefelsäure in *b* genau gleich hoch steht wie in *a*, so befindet sich die Luft in *a* unter Atmosphärendruck. Diese Einstellung läßt sich sehr genau vornehmen, da man beliebig viel Luft nach *a* drücken oder von *e* herausaugen kann. Jetzt läßt man die Temperatur *t* des Wassers und das in *a* abgeschlossene Luftvolumen ab. Man macht dann denselben Versuch, während man bei *f* Dampf ein- und bei *g* ausströmen läßt. Sobald die Luft in *a* sich nicht mehr ausdehnt, so reguliert man die Höhe des Niveaus in *a* wieder so, daß dasselbe gleich hoch steht wie das in *b*, wobei man aus *i* Luft wird herausaugen müssen. Aus den beiden Temperaturen und den an der Skala abgelesenen Längen der abgeschlossenen Luftvolumina kann man den Ausdehnungskoeffizienten leicht berechnen. Den Apparat kann man gefüllt stehen lassen und zu späteren Versuchen ohne weiteres benutzen, wenn man unmittelbar nach dem Versuch das Rohr *b* durch den Glasstopfen *l* verschließt.

9127. **Vorrichtung, um zu zeigen, daß die Luft durch Wärmestrahlen nicht erwärmt wird** (W. D. Fig. 373 p. 554) [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] Ohne die Steinsalzplatten
- Vierwandige Glasgefäße für flüssige Luft** (W. D. Fig. 407 p. 611).

Nr.	9128.	9129.	9130.	9131.	9132.	9133.	9134.	9135.	9136.	9137.	9138.	9139.	9140.	9141
Länge	10	15	10	15	20	10	15	20	25	10	15	20	25	30 cm
Durchm.	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5 „
Mark	5,—	6,—	7,—	9,—	10,—	9,—	11,—	13,50	16,—	11,—	15,—	18,—	21,—	25,—

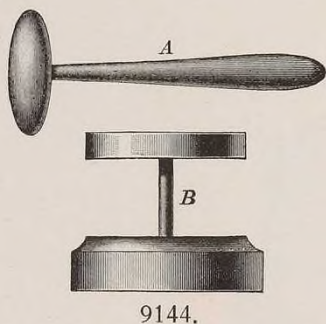
Mk. Pf.

18 —

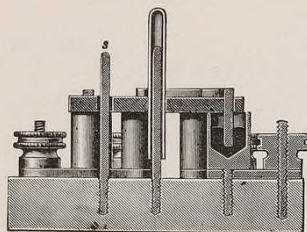
25 —

36 —

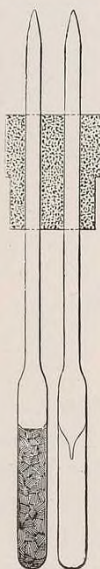
24 —

Apparate
nach
Weinhold.

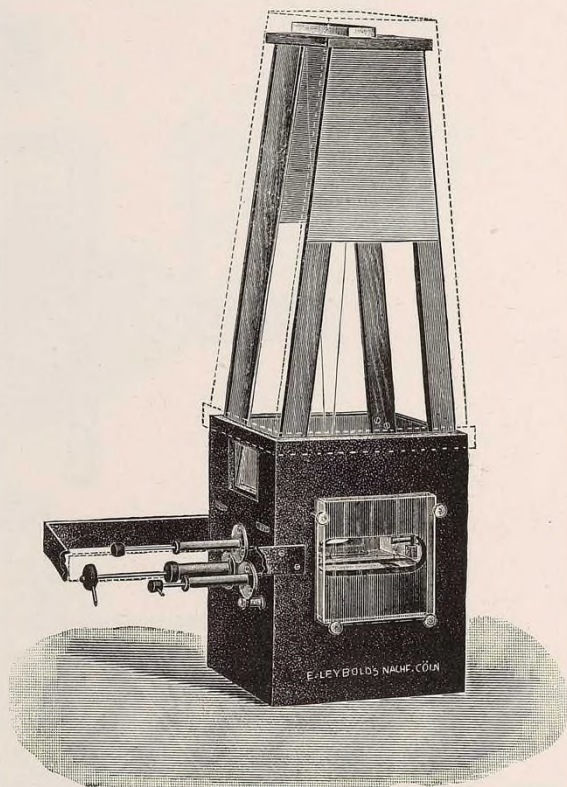
9144.



9151.



9145.

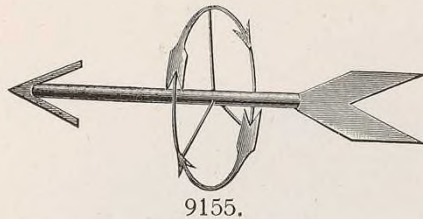


9149.

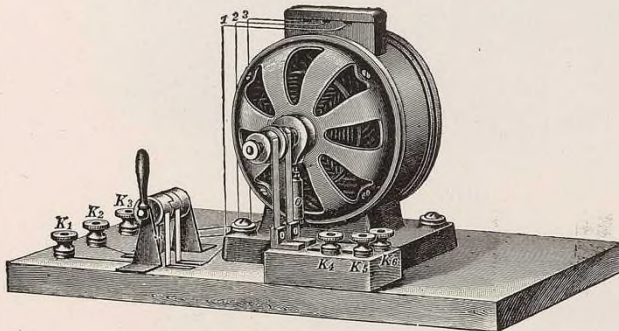
9142. Normalthermometer für flüssige Luft bis -200°C . mit Pentanfüllung (W. D. p. 612)
9143. — zur Projektion eingerichtet
9144. Bleiplatte auf Stativ nebst Hammer, um die Veränderungen zu zeigen, die Blei unter dem Einflusse flüssiger Luft erleidet. (W. D. Fig. 408 p. 613.) [Fig. A. u. B $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]
9145. Zwei dünnwandige Gläschen, das eine mit Aether, das andere mit absolutem Alkohol gefüllt; in Kork gefaßt, um Aether und Alkohol durch flüssige Luft zum Gefrieren zu bringen (W. D. Fig. 409 p. 614). [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]
9146. Würfelförmiger Glaskasten, 8 cm Kantenlänge, zu Versuchen über die magnetischen Eigenschaften der flüssigen Luft (W. D. p. 615)
9147. Apparat zur Verflüssigung und zum Gefrierenlassen des Stickstoffs mittelst flüssiger Luft (W. D. Fig. 410 p. 616). Inkl. Dewar'scher Flasche auf Holzfuß
9148. Ozonisierungsröhre zur Herstellung festen Ozons durch flüssige Luft (W. D. p. 619), siehe Nr. 5198 p. 560 unseres Hauptkataloges
9149. Pendelapparat für das Coulomb'sche Gesetz, zur Projektion eingerichtet (W. D. Fig. 429 und 430 p. 646 usw.). Nebst Skala. Mit diesem Apparate läßt sich das Coulomb'sche Gesetz über die Abstoßung elektrisch geladener Körper sehr exakt und leicht anstellen und einem größerem Publikum gleichzeitig durch Projektion vorführen. Zum Abhalten störender Einflüsse durch die Wärmestrahlen der Projektionslampe ist der Apparat durch eine mit destilliertem Wasser zu füllende Cüvette gesichert. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.] Inkl. Skala und Cüvette

Um den Faden gut trocken zu erhalten, ist es zweckmäßig, in den Apparat ein Gläschen mit Calciumchlorid zu stellen.

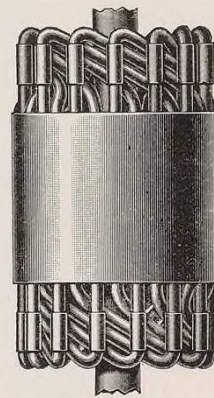
Mk.	Pf.
25	—
25	—
7	50
8	—
6	50
26	—
10	50
96	—



9155.



9156 A.

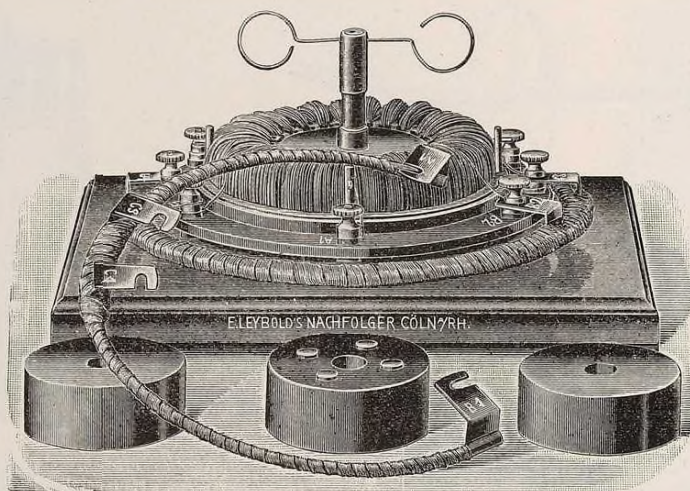


9156 B u. C.

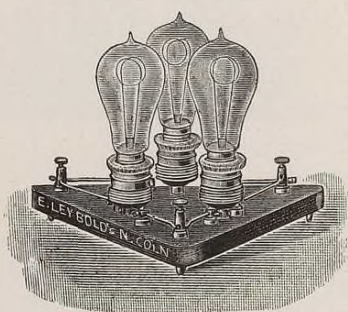
9150. **Zwei Drahtkörbe** zu Versuchen über die Anordnung der Elektrizität auf Leitern. Zum Aufschrauben auf die Elektroskope Nr. 4966—4976 p. 535 unseres Hauptkataloges. Nebst Hohlkugel an isolierendem Handgriff (W. D. p. 668)
9151. **Umschalter zum Widerstand mit Doppelkurbelschalter** Nr. 5308 und 5309 p. 574 (W. D. Fig. 497 und 498 p. 742). Diese Umschalter unterscheiden sich von den in unserem Hauptkataloge unter Nr. 5308 A und 5309 A aufgeführten Drehschaltern hauptsächlich dadurch, daß erstere Quecksilberkontakte, letztere Schleifkontakte haben. [Fig. $\frac{2}{5}$ nat. Gr. p. 996]
9152. **Vorrichtung zum Nachweise des Ohm'schen Gesetzes** (W. D. Fig. 516 p. 790). Aus drei Widerstandsspulen von je 100 Ohm auf gemeinschaftlichem Grundbrett und den nötigen Klemmen bestehend
9153. **Wheatstone'sche Brücke** zur Erläuterung des Meßverfahrens nach der Brückenmethode und zur ungefähren Messung von Widerständen mittlerer Größe. Passend zu den Galvanometern Nr. 5852—5865 p. 631 und 632, sowie zu 5845—5847 p. 629 unseres Hauptkataloges. Nebst einer Widerstandsspule von 10 Ohm. (W. D. Fig. 520 p. 799)
9154. **Vorrichtung zur annähernden Vergleichung elektromotorischer Kräfte** nach der Poggendorff'schen Kompensations-Methode. Auf einem Brette sind die nötigen Drähte und Klemmen, sowie 2 Widerstandsspulen von 10 bzw. 100 Ohm und ein Stöpselschalter montiert. (W. D. Fig. 521 p. 800)
9155. **Modell zur Erläuterung der Richtung, in der die magnetischen Kraftlinien einen Stromleiter umkreisen**; der gerade Pfeil deutet den Strom an, die gebogenen Pfeile die Kraftlinienrichtung. Umgekehrt erläutert dieses Modell durch den geraden Pfeil auch die Richtung, in der die magnetischen Kraftlinien einen Kreisstrom von der durch die gebogenen Pfeile angedeuteten Richtung durchsetzen. (W. D. Fig. 548 p. 839.) [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]
9156. **Wechselstrommaschine** mit durch Gleichstrom zu erregendem Magneten und mit Kurzschlußanker. Diese Maschine ist als Wechselstrommaschine, als Dreh-

Mk.	Pf.
9	—
25	—
16	—
26	—
34	—
15	—

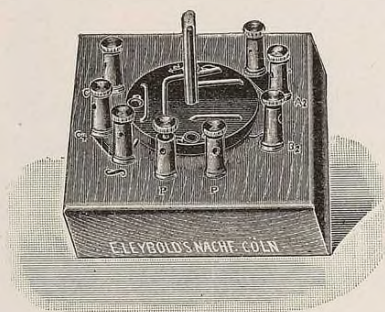
Apparate
nach
Weinhold.



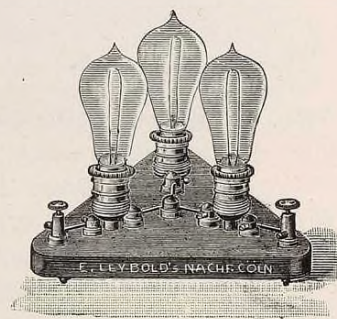
9159.



9157.



9160.



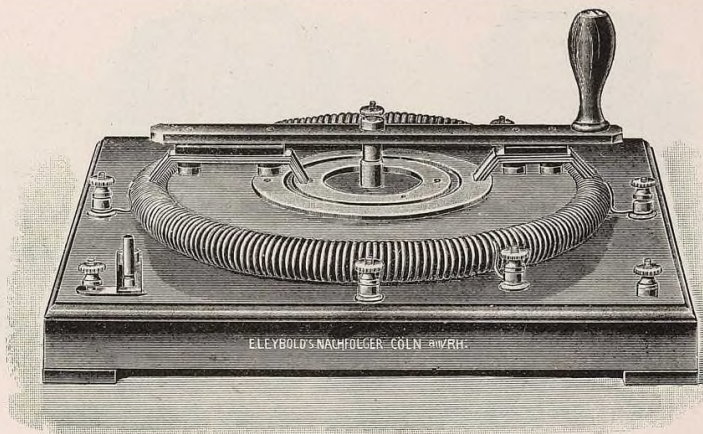
9158.

strommaschine, als asynchroner und als synchroner Motor zu gebrauchen. Nebst Stromwender und den nötigen Klemmen auf Brett montiert. (W. D. Fig. 578—580 p. 894—896 und Fig. 597 p. 923.) [Fig. 9156 A $\frac{1}{5}$ nat. Gr.; die Fig. 9156 B zeigt den Dreiphasenmotor-Anker in seitlicher Ansicht; Fig. 9156 C denselben in Stirnansicht in $\frac{1}{2}$ nat. Gr.]

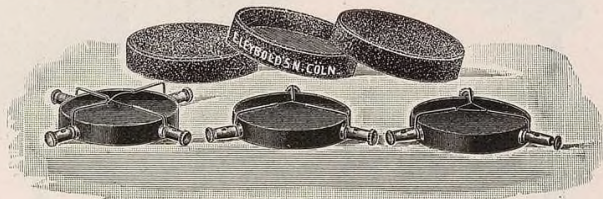
Um diese Maschine in Rotation zu versetzen, kann entweder ein passender elektrischer Motor von $\frac{1}{10}$ Pferdekraft oder mehr verwendet werden, oder man kuppelt dieselbe durch Riemen an eine Transmissionsanlage; endlich läßt sich dieselbe auch mit einer gewöhnlichen Drehbank mit Fußbetrieb verbinden; da keine lang andauernden Versuche mit dem Maschinchen gemacht werden sollen, ist auch die zuletzt genannte Art zu empfehlen. Um den Magneten zu erregen, wird bei K_5 und K_6 eine Elementenbatterie oder ein Akkumulator angeschlossen; es genügt eine Stromstärke von 4—6 Ampère. Bei K_1 und K_2 kann dann zweiphasiger, bei K_1, K_2, K_3 dreiphasiger Wechselstrom abgenommen werden. Mit diesem Apparat lassen sich verwenden: das Wechselstromgalvanoskop Nr. 9165, der zerlegbare Transformator Nr. 9167, mit welchem sich auch der Abstoßungsversuch nach Thomson machen läßt, und das Drehstrommotormodell Nr. 9159.

9157. **Modell der Dreieckschaltung**, passend zu Nr. 9156 (W. D. p. 916). Durch Ein- und Ausschalten einer oder zweier der Lampen läßt sich zeigen, daß die noch eingeschalteten Lampen stets ungefähr gleich stark leuchten. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]
9158. **Modell der Sternschaltung**, passend zu Nr. 9156 (W. D. p. 916). Schaltet man eine der drei Lampen aus, so leuchten die beiden andern schwächer; schaltet man zwei Lampen aus, so leuchtet die dritte gar nicht mehr. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk.	Pf.
200	—
30	—
30	—



9162.

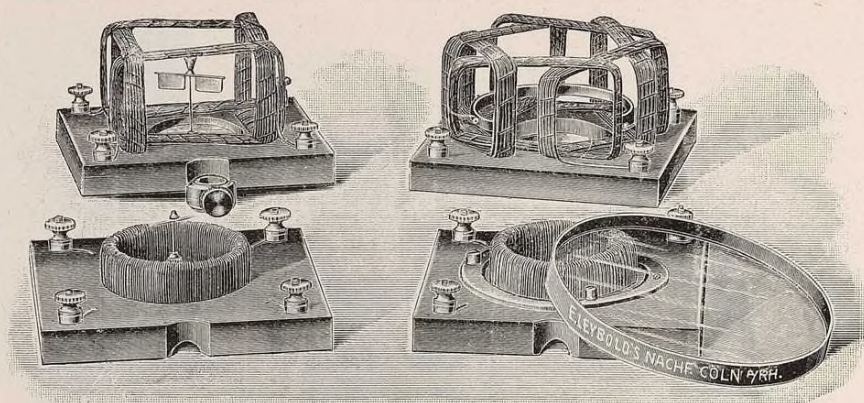


9163.

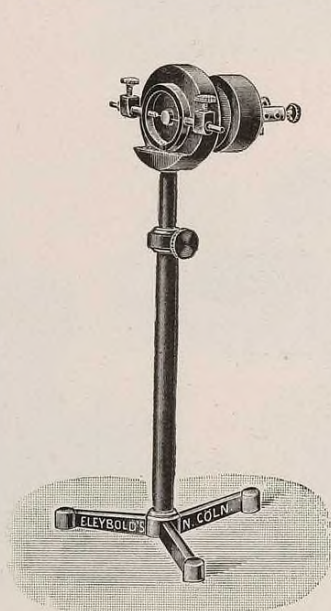
9159. **Drehstrommotormodell**, passend zu Nr. 9156, nebst 4 verschiedenen Ankern (W. D. Fig. 595 p. 920). [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] Bei Mitbenutzung des Umschalters Nr. 9160 läßt sich dieses Modell auch als Einphasenmotor verwenden (W. D. p. 926) . . .
9160. **Umschalter** um das Drehstrommotormodell Nr. 9159 auch als Einphasenmotor benutzen zu können (W. D. Fig. 599 p. 927). [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] . . .
9161. **Polarisationsbatterie zur Erzeugung einer Phasenverschiebung** (W. D. p. 928) .
9162. **Batteriewechselstromapparat** zur Erzeugung zwei- und dreiphasigen, beliebig langsam wechselnden Stromes. Mit diesem Apparat und dem Galvanometer Nr. 5845 p. 629 unseres Hauptkataloges läßt sich der Wechsel in der Richtung und in der Stärke des Stromes demonstrieren. Statt Nr. 5854 kann auch das Spiegelgalvanometer Nr. 5854 p. 631 gebraucht werden, wenn man außerdem über einen Shunt Nr. 5862 oder 5863 p. 632 verfügt (W. D. Fig. 582 p. 899). [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.] . . .
9163. **Nebenapparate für Mehrphasenstromapparate**, passend zu dem Batteriewechselstromapparat. Bei diesen Nebenapparaten sind die sonst üblichen Glühlämpchen, die oft in genügend gleicher Ausführung schwer zu erhalten sind, durch Platindrähte ersetzt [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] und zwar dient die Vorrichtung links zum Nachweise des Zweiphasenstromes; die mittlere zur Demonstration des Dreiphasenstromes bei Sternschaltung und die Figur rechts zu Versuchen über die Dreieckschaltung (W. D. Fig. 591 p. 914). Nebst Schutzkappen . . .
9164. **Spulenpaare für Drehfeldversuche**, passend zu dem Batteriewechselstromapparat Nr. 9162. Auch zur Projektion eingerichtet. Bestehend aus 4 mit kreisrundem Ausschnitt versehenen Brettchen, auf welchen montiert sind: 2 Spulenpaare für Zweiphasenstrom (W. D. Fig. 592 A und B p. 917); 3 Spulenpaare für Dreiphasen-

Mk.	Pf.
80	—
12	50
10	—
38	—
12	—

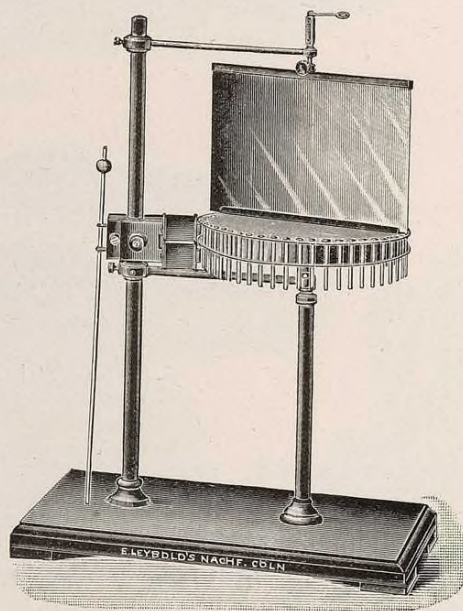
Apparate
nach
Weinhold.



9164.



9165.



9166.

strom (W. D. Fig. 592 C p. 917); 1 für Zweiphasenstrom bewickelter Eisenkern und 1 für Dreiphasenstrom bewickelter Eisenkern. Nebst Glasplatte mit den nötigen Magnetnadeln auf Füßchen und eingefasster Glasplatte zum Aufstreuen von Eisenfeilspänen. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]

Diese Nebenapparate werden mit dem Wechselstromapparat Nr. 9162 verbunden. Beim langsamen Drehen der Kurbel sieht man die Magnetnadel sich entsprechend drehen bzw. die Eisenfeilspäne sich nach den Kraftlinien ordnen und der Drehung folgen.

9165. **Wechselstromreflexgalvanoskop** zur Demonstration der Wechsel in der Richtung und in der Stromstärke bei dem Wechselstrom des Maschinens Nr. 9156 p. 997 oder des Wechselstromes aus einem Netz (W. D. Fig. 588 p. 905). [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

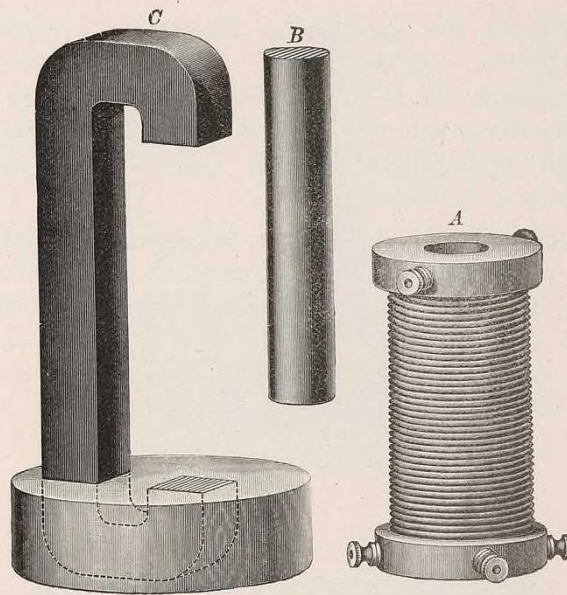
Man verfährt wie bei jedem Spiegelgalvanometer, d. h. man projiziert das Bild einer kleinen runden Oeffnung über den Spiegel des Galvanoskopes auf einen Schirm. Wird dann das Wechselstromgalvanoskop von Wechselstrom durchflossen, so dreht sich sein Spiegel um die horizontale Achse. Der Lichtfleck wird dadurch zu einer horizontalen Geraden ausgezogen. Beobachtet man diese Gerade in einem rotierenden oder vibrierenden Spiegel (z. B. Nr. 9190), so entsteht auf dem Schirm die Wechselstromkurve. Hat man Wechselstrom eines Elektrizitätswerkes zur Verfügung, so ist es sehr zweckmäßig, den Synchronmotor Nr. 9166 mitzubenutzen. Die Wechselstromkurven lassen sich dann sehr effektiv demonstrieren.

9166. **Synchronmotor** nebst Spiegel, zur gleichzeitigen Drehung eines Spiegels bei Beobachtungen von Phasenverschiebungen mittelst der Braun'schen Röhre

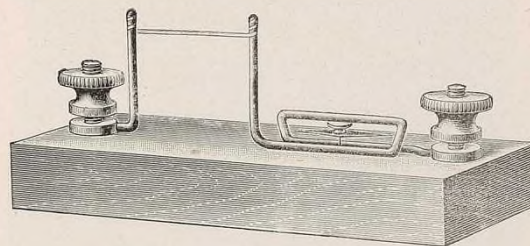
Mk. Pf.

52 —

36 —



9167.



9168. Siehe p. 1002.

(Elektr. Ztschr. XXII p. 409, 1901; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XV p. 31, 1902) oder des Wechselstromgalvanoskopes Nr. 9165 (W. D. Fig. 589 p. 907). Bei Bestellung ist die Spannung und die Periodenzahl des Zentralenstromes anzugeben, an welchen der Motor angeschlossen werden soll und dessen Stromkurve man darzustellen wünscht. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Der an dem Stativ befestigte Elektromagnet wird nebst einem Regulierwiderstand in den Wechselstromkreis eingeschaltet. Mit Hilfe des beigegebenen Stiftes, den man mit der Kugel nach unten in die über dem Spiegel angebrachte Oese steckt, versetzt man den rotierenden Teil mit dem Spiegel in Drehung. Sobald die Umdrehungszahl der Periodenzahl des Wechselstromes entspricht, dreht sich der Spiegel von selbst und zwar synchron mit dem Wechselstrom weiter. Bisweilen ist ein Nachregulieren der Stellung des Motors in bezug auf die rotierende Trommel notwendig, um den Motor in Gang setzen zu können.

9167. **Zerlegbarer Transformator** (W. D. Fig. 590 p. 909). Dieser besteht aus der Induktionsspule A mit 2 dünnen und einer dicken Wicklung, aus dem massiven lamellierten Eisenkern B, einem hohlen Eisenkern, dem hufeisenförmig gebogenen, ebenfalls lamellierten Eisenteil C auf Holzfuß, 2 Eisendrähten mit Klemmen und einem Aluminiumringe. Dieser Transformator kann ebensogut mit dem Maschinchen Nr. 9156 als mit Werkstrom benutzt werden. Es läßt sich mit ihm die Stromtransformation hoch gespannter Ströme in niedrig gespannte und umgekehrt, die Einwirkung der Selbstinduktion auf die Stromstärke, die gegenseitige Verschiebung der Phasen des primären und des sekundären Stromkreises etc., zeigen. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]

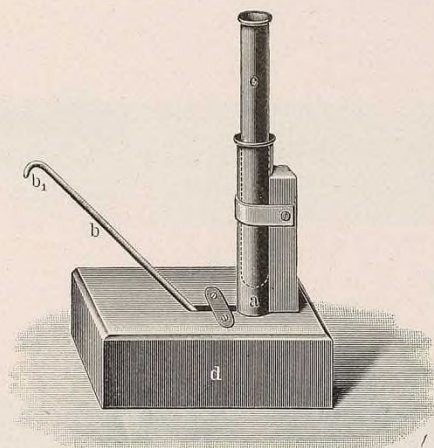
Mk. Pf.

65 —

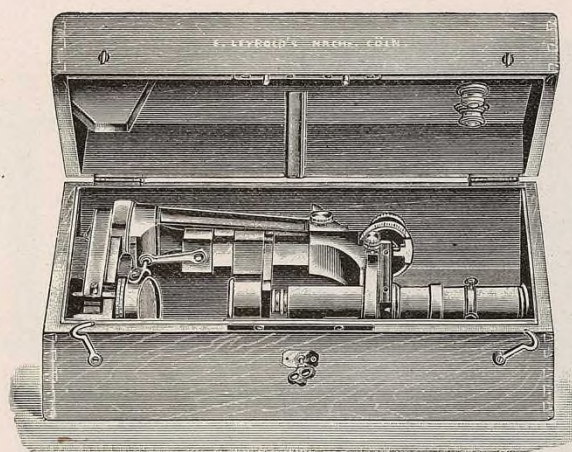
40 —

Apparate
nach
Weinhold.

		Mk.	Pf.
9168.	Apparat zur Vorführung der sprechenden Bogenlampe, bestehend aus einem passenden Handregulator, Induktionsspule, Kohlenkörnermikrophon, Schmelzsicherung mit Stromzeiger (W. D. Fig. 601/602 p. 933—935). Zu den Versuchen ist außerdem noch erforderlich eine Gleichstromquelle von mindestens 80 Volt, ein Ausschalter und ein Regulierwiderstand. [Fig. 9168 p. 1001 zeigt nur die Schmelzsicherung mit Stromzeiger in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.]	120	—
9169.	Apparat zur Vorführung der selbsttönenden Bogenlampe, bestehend aus einem Kondensator und einer Induktionsspule. Außerdem sind erforderlich die bei Nr. 9168 erwähnte Induktionsspule, der ebendort genannte Handregulator, ein Unterbrecher und ein Regulierwiderstand. Zum Gelingen der Versuche ist Anschluß an eine Gleichstromquelle von mindestens 65 Volt notwendig (W. D. Fig. 603 u. 604 p. 937)	75	--



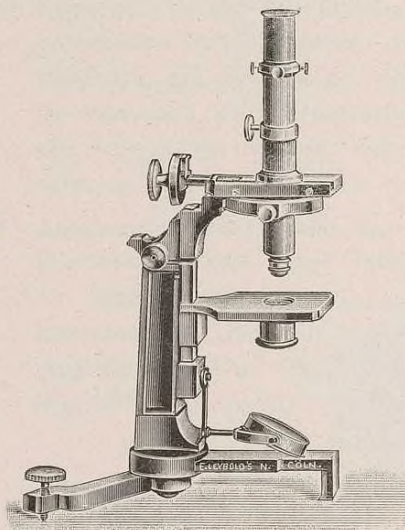
9170.



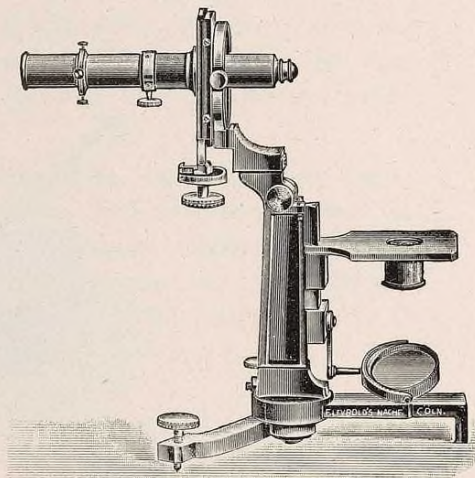
9171 C.

Diverse Apparate aus den verschiedenen Kapiteln der Physik.

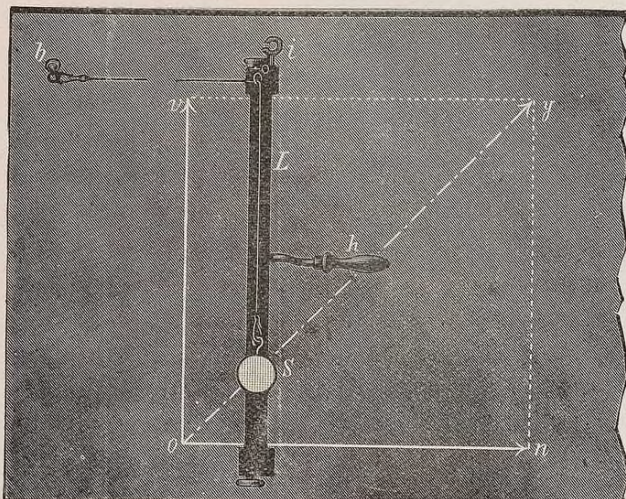
- | | Mk. | Pf. |
|--|-----|-----|
| 9170. Quecksilber-Einfüll-Apparat nach Heerwagen (Wied. & Eb., phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 364, p. 548). [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] | 3 | — |
| Durch Druck auf den Glaszylinder <i>c</i> wird das Quecksilber, womit man <i>a</i> bis zur Hälfte gefüllt hat, durch <i>b</i> und aus <i>b₁</i> gepreßt. | | |
| 9171. Schraubenmikrometer auf Mikroskopstativ, welches umgeklappt werden kann, so daß das Mikroskop sowohl in vertikaler Stellung [Fig. A p. 1004 $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] als auch in horizontaler Richtung [Fig. B p. 1004 $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] gebraucht werden kann. Mit 3 auswechselbaren Objektiven, allseitig drehbarem Spiegel und Tisch mit Beleuchtungsapparat. Die Mikrometerschraube mit $\frac{1}{2}$ mm Steighöhe ist von größter Präzision. Komplett in elegantem Etui. [Fig. C $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] | 350 | — |
| 9172. Fallkugeln nach August (Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe, Fig. 47 p. 40, 1905). Nebst Aufhängevorrichtung. | 5 | — |
| Die Aufhängevorrichtung wird an einer passenden Stelle des Treppenhauses befestigt, die Schnur mit dem nicht mit Kugeln belasteten Ende über die Rolle gelegt und nun die Kugeln fallen gelassen. Da die Kugeln in Abständen, die sich wie 1:2:3:4:5 verhalten, befestigt sind, hört man sie in gleichmäßigem Takte auf ein untergelegtes Holzbrett aufschlagen. | | |

Bewegungs-
Parallelo-
gramm.

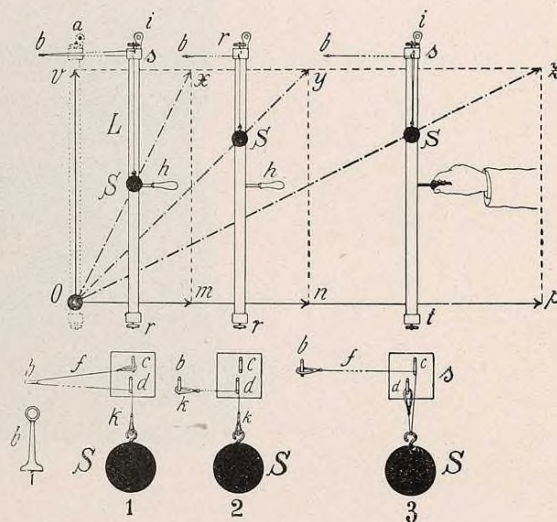
9171 A.



9171 B.



9173 A.



9173 B.

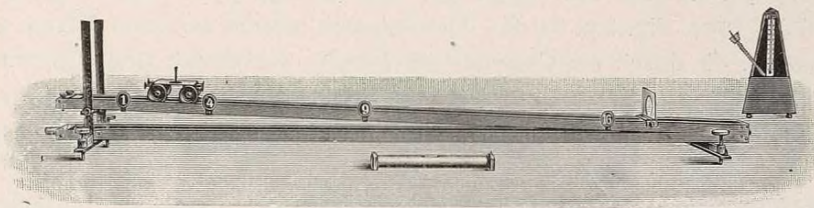
9173. Vorrichtung zum Nachweise des Bewegungs-Parallelogramms nach Hartl (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 226, 1904). [Fig. A $\frac{1}{12}$ nat. Gr., Fig. B $\frac{1}{18}$ nat. Gr.]

Etwa 130 cm vom rechten Rande der Schultafel entfernt und mindestens 80 cm über dem unteren Rande wird ein kleiner Nagel in passender Höhe befestigt und daran der Apparat mit der Oese i gehängt. Nachdem man die unterste Stellung O der weißen Kreisscheibe markiert hat, entfernt man den Apparat wieder und zieht nun die Vertikale Ov , die Horizontale On und die Horizontale durch i , sowie eine Horizontale etwa 10 cm unterhalb der durch i gehenden; der Schnittpunkt dieser Horizontalen mit Ov sei v . Nun macht man $Om = \frac{1}{2} Ov$; $On = Ov$ und $Op = 2 Ov$, errichtet in den Endpunkten die Vertikalen mx , ny und pz und zieht die Diagonalen Ox , Oy und Oz . Jetzt schlingt man am Apparate den Faden unter Mitbenutzung des Ringstiftes b (Fig. A links) so, wie es Fig. B 2 zeigt, hängt den Apparat wieder bei i auf, steckt den Ringstift links von i in die Tafel und zwar so, daß der Faden horizontal und gestreckt ist, wenn die Scheibe S über O liegt. Jetzt ergreift man den Apparat an der Handhabe h und bewegt ihn so nach rechts, daß der Haken i sich immer genau auf der Horizontalen befindet. Der Schüler sieht dabei die weiße Scheibe S sich auf der Diagonalen Oy bewegen. Der zweite und dritte Versuch werden in ähnlicher Weise ausgeführt, nur daß man die Schnur wie in Fig. B 1 bzw. 3 schlingt; die Scheibe S bewegt sich dann in den Richtungen Ox bzw. Oz .

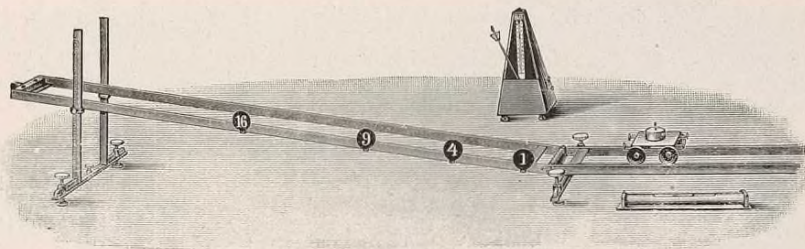
9174. Schienenapparat nach Höfler zu Versuchen über die Gesetze der schiefen Ebene und über den Fall auf der schiefen Ebene, die beim Fall erlangten Endgeschwindigkeiten, das Trägheitsprinzip, das Prinzip der Gegenwirkung etc.

Mk. Pf.

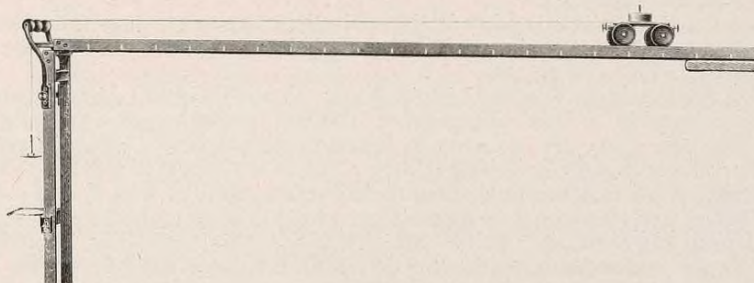
25 —



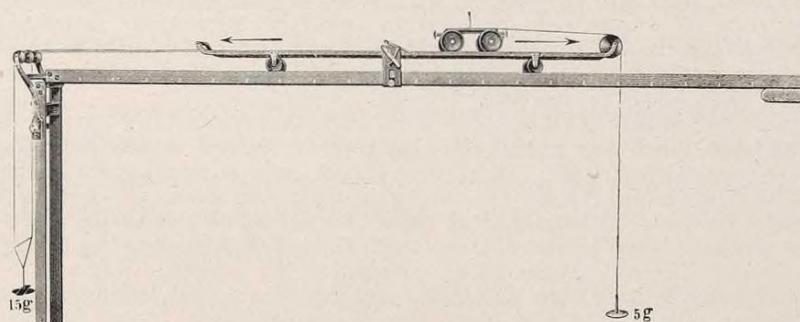
9174 A.



9174 B.



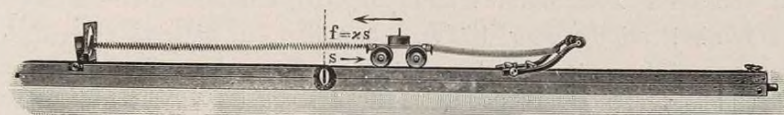
9174 C.



9174 D.



9174 E.



9174 F.

Wurf-
Apparat.

(Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VII p. 276, 1894 und Höfler, Physik, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1904, Fig. 1 p. 5 u. ff.) Der Apparat besteht aus zwei 125 cm langen Schienenpaaren, die durch ein Charnier miteinander verbunden sind. Die Schienen sind von 5 zu 5 cm geteilt. 2 Untersätze mit Stellschrauben gestatten ein genaues Horizontalstellen des Apparates. Die Schienen können sowohl in einem spitzen Winkel, wie in einem beinahe oder ganz gestreckten oder einem rechten Winkel befestigt werden. Zu letzterem Zwecke ist ein Dreifuß beigegeben zur Aufnahme des unteren Endes der vertikalen Schiene. Außerdem gehören dazu: ein Halter mit Rolle, eine Arretiervorrichtung, ein kleiner Wagen, ein längerer Wagen, zwei Spiralfedern und verschiedene Marken mit Zahlen [Fig. A—F p. 1005 $\frac{1}{13}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

220 —

Will man den Apparat als Fallrinne benutzen, so wird er wie bei Figur 9174 A zusammengesetzt. Durch Ausprobieren wird der Bahn eine solche Neigung gegeben, daß der kleine Wagen in 4 Sek. eine Strecke von 80 cm durchläuft. Er legt dann in

1	2	3	4	5	Sekunden
5	20	45	80	125	cm

zurück. Auf das Wägelchen lassen sich verschiedene Körper von verschiedener Masse bzw. von verschiedenem Gewicht auflegen, um die Unabhängigkeit der Fallgesetze vom Stoff und Gewicht des fallenden Körpers nachzuweisen.

Bringt man an dem Ende der geneigten Schiene den Träger mit Röllchen an, so kann man die Gesetze der schiefen Ebene ableiten für den Fall, daß die Kraft parallel der Länge der schiefen Ebene wirkt.

Figur 9174 B zeigt, in welcher Weise sich der Apparat dazu verwenden läßt, die Proportionalität zwischen den erlangten Endgeschwindigkeiten und der Fallzeit zu zeigen. (M. P. X. Aufl. I. Fig. 113 p. 134.)

In den Figuren 9194 C und D ist bloß der obere Teil des Apparates abgebildet; die vertikale Schiene ist in dem beigegebenen Dreifuß festgeschraubt und steht auf dem Fußboden; das eine Ende der horizontalen Schiene liegt auf dem Tischstativ auf.

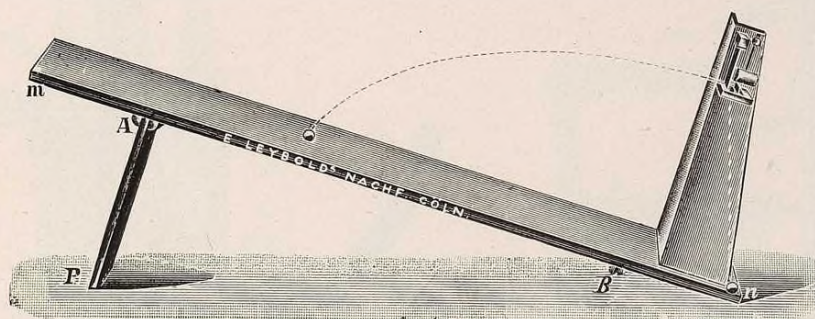
In der Zusammenstellung wie Figur 9174 C dient der Apparat dazu, die Beziehungen zwischen Masse, Kraft und Beschleunigung nachzuweisen. (Vgl. M. P. X. Aufl. I p. 111, 1905.) Um den Einfluss der Reibung zu kompensieren, wird die horizontale Schiene mit dem freien Ende etwas nach oben geneigt. Ferner läßt sich der Apparat in dieser Zusammenstellung als schiefe Ebene verwenden und zwar für den Fall, daß die Kraft parallel der Basis der schiefen Ebene wirkt; man braucht nur das Tischstativ tiefer zu stellen und die Vorrichtung mit Rolle in entsprechender Höhe am vertikalen Schienenpaare zu befestigen. Stellt man auf das horizontale Schienenpaar zuerst den längeren Wagen und auf diesen das schon oben verwendete kleine Wägelchen und befestigt die Auslösevorrichtung an der horizontalen Schiene (nach Figur 9174 D), so läßt sich die Addition zweier gleichgerichteter Beschleunigungen und die Subtraktion zweier entgegengesetzter ungleicher oder gleicher Beschleunigungen zeigen; in letzterem Falle bleibt der kleine Wagen in bezug auf die Schienen in Ruhe, obschon sich beide Wagen in Bewegung befinden.

Werden die beiden Schienenpaare horizontal ausgestreckt (Fig. 9174 E) und die beiden Wägelchen durch eine Spiralfeder miteinander verbunden, so läßt sich das Prinzip der Gegenwirkung demonstrieren. Die beiden Wagen werden voneinander entfernt, die Spiralfeder also gespannt. Werden sie dann gleichzeitig losgelassen, so bewegen sie sich gegeneinander und zwar findet man, daß, wenn beide Wagen + Belastung gleich schwer sind, sie in gleichen Zeiten gleiche Strecken durchfahren, daß dagegen ein doppelt so leichter Wagen in gleicher Zeit sich doppelt so weit bewegt, als der schwerere Wagen.

Endlich läßt sich nach Figur 9174 F der kleine Wagen durch 2 Spiralfedern auf beiden Seiten befestigen. Die Nullage wird durch eine Marke bezeichnet. Dann läßt man wie in Figur 9174 C 1, 2, 3 . . . n gr auf das Wägelchen wirken und findet, daß es dadurch um 1 s, 2 s, 3 s . . . ns cm aus der Nullage bewegt wird. Wenn eine Kraft p auf das Wägelchen von der Masse m wirkt und man überläßt dieses nun sich selbst, so führt es um

die Nullage Schwingungen aus, deren Dauer $= 2\pi\sqrt{\frac{m}{p}}$.

9175. **Wurf-Apparat** nach Löwy-Wulf (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 216, 1905). Der allgemein bekannte Löwy'sche Apparat (unser Hauptkatalog Nr. 226 p. 51) ist dahin erweitert, daß die Bewegungsrichtungen der beiden fallenden Kugeln nicht senkrecht zueinander stehen müssen, sondern auch einen stumpfen oder spitzen Winkel miteinander bilden können. Zu diesem Zwecke ist der Apparat auf einem 150 cm langen, 30 cm breiten Brett montiert, welches durch ein zweites beigegebenes Brett in die schräge Lage gebracht werden kann. Damit die Kugeln auch bei den schrägen Stellungen frei fallen können und



9175.

gleichzeitig zu fallen beginnen, sind am Löwy'schen Apparat einige kleine Abänderungen angebracht worden. [Fig. $\frac{1}{15}$ nat. Gr.]

Bringt man den Apparat in die Stellung, die in der Figur abgebildet ist, indem man das Brett AP unter das Ende m schiebt, so fällt die eine Kugel wie bei dem üblichen Versuche senkrecht nach unten, die andere wird aber schräg aufwärts geschleudert; trotzdem erreichen beide Kugeln nach genau derselben Zeit die Grundplatte. Auch wenn nicht das Ende bei m , sondern dasjenige bei n durch das Brett AP gehoben wird, schlagen beide Kugeln in dem gleichen Augenblick auf, obschon jetzt die eine Kugel von Anfang an eine abwärts gerichtete Bewegung hat.

9176. **Vorlesungshebelwage** nach Schwedoff (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVI p. 321, 1903). Statt der kleinen Gewichte und Reiterchen der gewöhnlichen Analysenwage besitzt diese Wage ein System von 2 am Wagebalken befestigten Spiralfedern; diese Federn sind miteinander verbunden und zwar durch ein sehr dünnes Band, welches zweimal um eine mit einem Zeiger versehene Rolle gewickelt ist. Dieser Zeiger spielt über einer großen, weithin sichtbaren Skala. Die Gleichgewichtslage der Wage ist ebenfalls deutlich zu sehen. Im übrigen gleicht die Wage der Nr. 306 p. 64 unseres Hauptkataloges und hat wie diese 2 gleich lange und eine kürzere Wagschale für hydrostatische Wägungen. Außer zur Ausführung genauerer Gewichtsbestimmungen vor einem größeren Zuhörerkreis eignet sich diese Wage auch ganz besonders gut zu Versuchen über magnetische und elektrische Kräfte (z. B. in Verbindung mit dem absoluten Elektrometer; cf. unseren Hauptkatalog Nr. 5000 p. 539), sowie zu Versuchen über Adhäsion etc. Mit 3 Wagschalen

Mk. Pf.

32 —

9177. **Demonstrations-Zeigerwage**, verbesserte Ausführung, für alle in Frage kommenden Versuche. Mit 4 verschiedenen Meßbereichen und mit verschiebbarem Laufgewicht zum Eliminieren einer Tara. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr. p. 1008.]

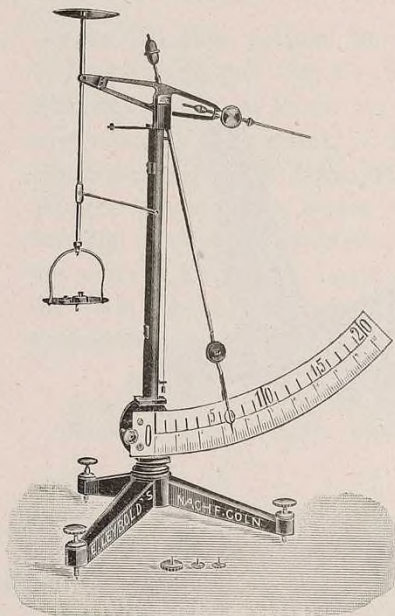
135 —

90 —

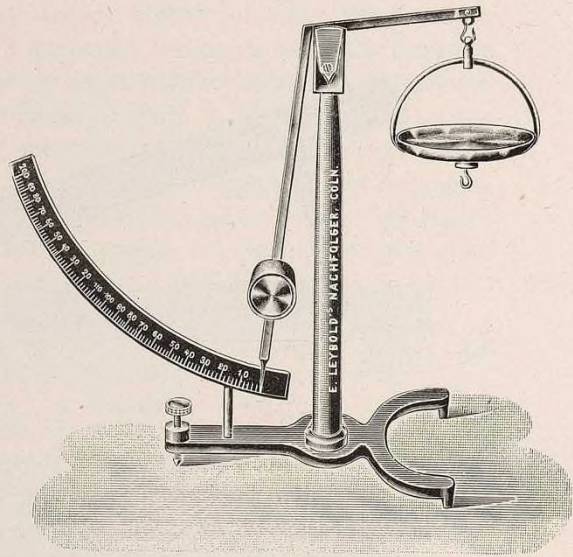
Nachdem man die Wage mit Hilfe des Lotes und der Stellschrauben am Dreifuße genau eingestellt hat, wird das zylindrische Laufgewicht dicht an den Wagebalken herangeschraubt. Alsdann verschraubt man die beiden an der Verlängerung des Zeigers und an dem Wagebalken befindlichen Gewichte, bis die Wage im indifferenten Gleichgewicht ist, d. h., bis der Zeiger in jeder Stellung, die man ihm gibt, in Ruhe bleibt. Auf den am unteren Ende des Zeigers angebrachten Stift steckt man jetzt die dem betreffenden Meßbereich entsprechende Scheibe. Diese Scheiben sind mit 10, 20, 100, 200 bezeichnet. Wird eine der roten Scheiben aufgesetzt, so gilt die rote Skala, bei einer schwarzen Scheibe die schwarze Skala. Bei den Scheiben 100 und 200 sind die Skalenwerte mit 10 zu multiplizieren. Nachdem man mit Hilfe des am äußeren Arme des Wagebalkens angebrachten Laufgewichts den Zeiger genau auf 0 eingestellt hat, ist die Wage zur Wägung bereit.

Will man ein Gefäß tarieren oder z. B. bei dem Versuch: Gewichtszunahme bei Verbrennen von Eisenfeilspänen, den Hufeisenmagneten tarieren, so kann die untere Schale entfernt werden. Das Laufgewicht am Ende des Wagebalkens wird dann soweit verschoben, bis der Zeiger der Wage wieder auf den Nullpunkt einspielt.

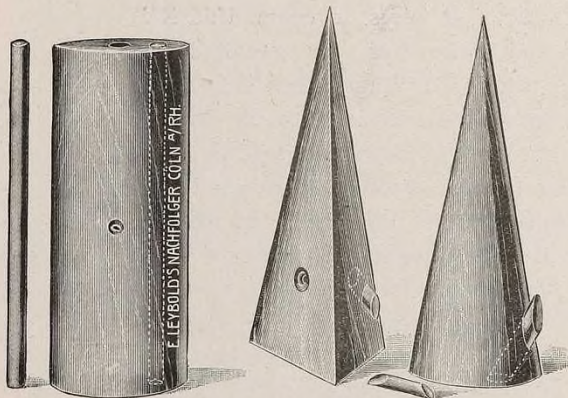
Schwerpunkt.



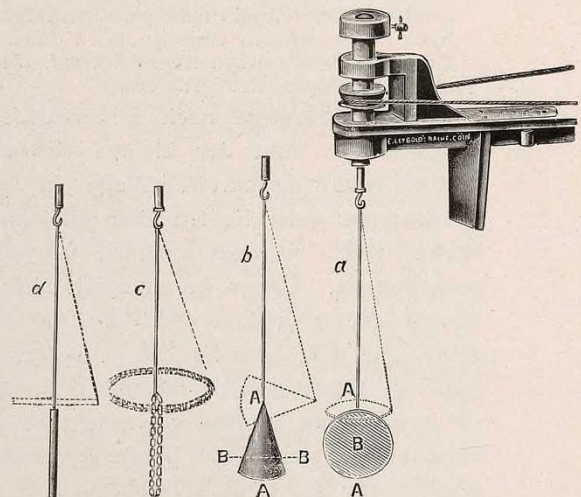
9177. Siehe p. 1007.



9178.



9179.

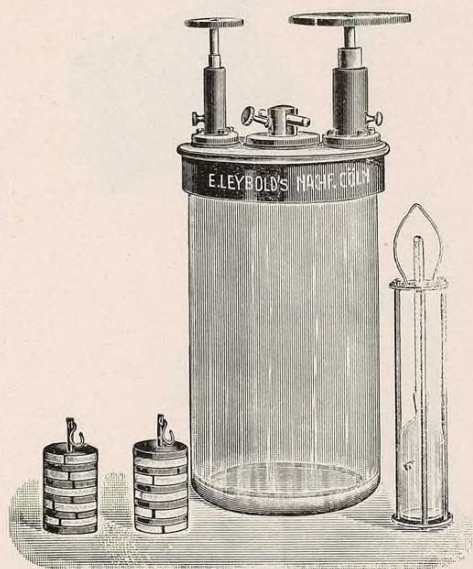


9180.

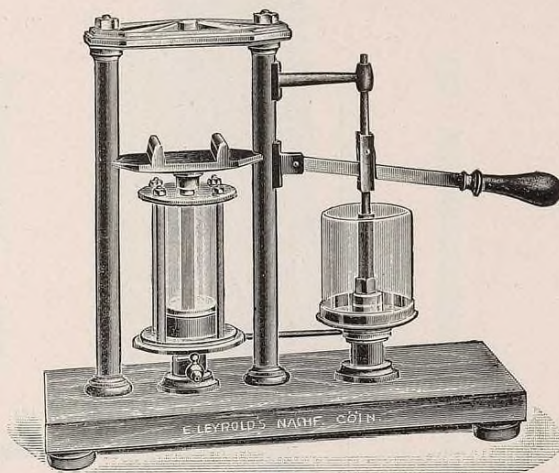
9178. **Schnellwage** für gewöhnliche und hydrostatische Wägungen. Auch zur Demonstration des Prinzips einer Schnellwage geeignet. Skala bis 200 gr, von 2 zu 2 gr geteilt (vgl. Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe 1905, Fig. 103 p. 68 und Fig. 191 p. 138).* Mit kurzer mit Haken versehener Wagschale und Stellschraube. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
9179. **Holzkörper** zu Versuchen über den Schwerpunkt und das Gleichgewicht. Diese Holzkörper (Zylinder, Pyramide, dreiseitige Pyramide) sind mit Haken zum Aufhängen versehen; außerdem läßt sich bei jedem ein kleiner Holzzylinder herausziehen und durch einen gleichgroßen Eisenzylinder ersetzen. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]
9180. **Vier verschiedene Körper** für freie Achsen nach Perry („Drehkreisel“, deutsch von Walzel, Fig. 28 p. 51, 1904). Scheibe, Kegel, Stab, Ring, zum Aufhängen an die Achse der Schwungmaschine. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Werden diese Körper in Rotation versetzt, so stellen sie sich so, daß sie sich um ihre Hauptachse drehen.

Mk.	Pf.
22	—
9	—
12	—



9181.



9182.

9181. Druckfortpflanzungsapparat nach Recknagel (Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe, Fig. 174 p. 129; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VII p. 7, 1893). Nebst Piézometergefäß und Gewichten. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

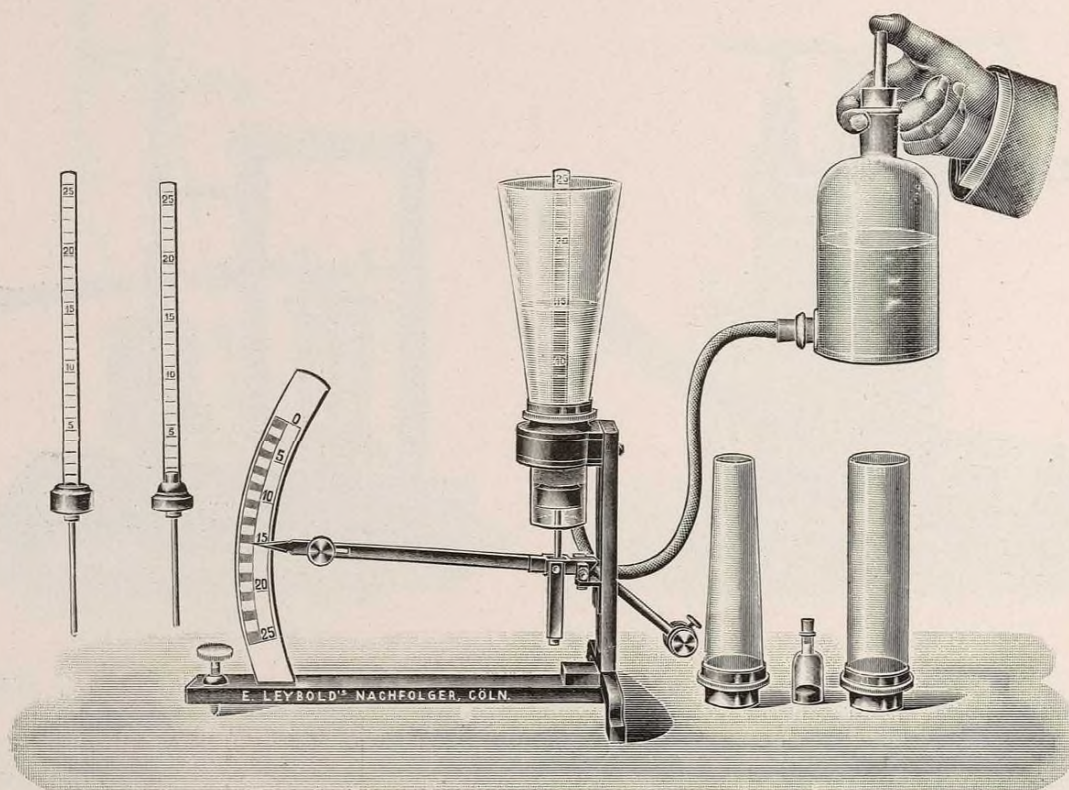
85 —

Um zunächst nachzuweisen, daß der Druck einer Flüssigkeit sich gleichmäßig nach allen Richtungen hin fortpflanzt und der Größe der gedrückten Fläche proportional ist, füllt man das Gefäß nach Wegnahme der beiden mit horizontalen Platten versehenen Zylinder mit ausgekochtem Wasser, führt den mit etwas feinem Oel eingeschmierten grösseren Zylinder ein, wobei das verdrängte Wasser bei der kleineren Zylinderöffnung ausfließt. Dann senkt man den kleineren Zylinder ebenfalls ein, wobei sich der größere Zylinder etwas hebt. Die beiden Zylinder sind alsdann im Gleichgewicht. Legt man nun auf die kleinere Platte 1 Gewicht, so muß man — da sich die Querschnitte der beiden Zylinder genau wie 1:4 verhalten — auf die größere Platte 4 Gewichte legen; bringt man auf die kleinere Platte 2 Gewichte, so müssen auf die größere Platte deren 8 gelegt werden u. s. f. (Erklärung der hydraulischen Presse.)

Um mit demselben Apparat die Zusammendrückbarkeit des Wassers zu zeigen, entfernt man die beiden Druckkolben mit den Platten wieder, schraubt die in der Mitte des Gefäßdeckels sitzende Schraube los und füllt nun zunächst das Piézometer. Letzteres geschieht in folgender Weise: Das Kapillarrohr wird entfernt, das etwa 100 cm enthaltende Glasgefäß mit destilliertem Wasser gefüllt und nun die am Schliffstück etwas eingefettete Kapillare aufgesetzt; diese füllt sich dadurch ganz mit Wasser; in das Nöpfchen am oberen Ende der Kapillare bringt man sorgfältig etwas Quecksilber, setzt das Ganze in das Drahtgestell (siehe Figur rechts), hängt dieses an den Haken der vorhin abgenommenen Schraube des großen Gefäßes, setzt nun diese Schraube mit dem angehängten Piézometer in das Glasgefäß und schraubt sie fest; etwa mitgeführte Luft läßt sich durch die seitliche Schraube herausdrücken. Nun füllt man das große Gefäß wieder ganz mit Wasser (von der Temperatur des Wassers im Piézometer), setzt den größeren Kolben ein und beschwert diesen mit mindestens 2 kg. Als dann setzt man den kleineren Kolben ein, wobei man die an dem äußeren Zylinder sitzende Schraube so weit löst, daß dieser Kolben etwa bis zur Hälfte eindringt, worauf man die Schraube wieder festdreht. Legt man nun auf die kleinere Platte 500 gr, so tritt Kompression des Wassers ein und man sieht das Quecksilber in der Kapillare sinken; sollte sich noch kein Quecksilberfaden in der Kapillare zeigen, so verringert man die Menge des Wassers im Nöpfchen mit Hilfe zusammengedrehten Filtrierpapiere.

9182. Hydraulische Presse, die Zylinder aus Glas, sonst ganz aus Metall. Mit dieser Presse, die sich zur Demonstration sehr gut eignet, läßt sich ein Stück Holz zerdrücken. Zur Ausübung stärkerer Drucke, wie sie zu den Regulationsversuchen erforderlich sind, ist diese Presse nicht genügend; es ist für solche Zwecke vielmehr eine der Nr. 697 u. ff. pag. 105 unseres Hauptkataloges zu nehmen. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

150 —



9184.

9183.

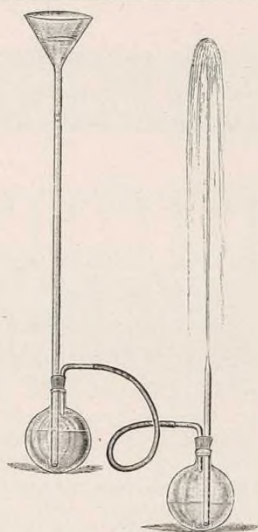
9183. Bodendruckapparat nach Hartl (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IX p. 117, 1896). Dieser Apparat gestattet die Versuche über den Bodendruck in sehr bequemer Weise und mit recht präzisen Resultaten auszuführen; er hat ferner vor den anderen Apparaten den Vorteil, daß der Bodendruck direkt in (Deka-)Grammen abgelesen werden kann, und daß für jede beliebige Niveauhöhe Höhe und Druck gemessen werden können. Nebst 3 verschiedenen Glasaufsätzen, einem kommunizierenden Gefäße, dem nötigen Verbindungsschlauch und Quecksilber. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

65 —

Zu den Versuchen wird das Aufsatzgefäß entfernt, der Hartgummizylinder mit Skala in den Glasmantel eingeschoben und auf den Hartgummizylinder 25 gr reines Quecksilber gegossen. Dieses Quecksilber fließt in die am Umfange des Zylinders eingedrehte Nute und bildet eine sichere und bequeme Dichtung. Jetzt werden die Stellschraube und die Laufgewichte so reguliert, daß der Zeiger auf 0 zeigt. Mit Hilfe einer Spritzflasche gießt man nun eine 2 cm hohe Wasserschicht auf den Hartgummizylinder und setzt den zylindrischen Glasaufsatz auf. Die mit Tubulus versehene Flasche wird mit Wasser gefüllt und an den Apparat angeschlossen. Als dann hebt man die Flasche; das Wasser steigt in dem Glasaufsatz; sobald es den Teilstrich 5 cm erreicht, schließt man die auf die obere Oeffnung der Füllflasche gesetzte Glasröhre mit dem Finger. Dadurch bleibt das Wasser bei 5 cm stehen. Gleichzeitig mit dem Einfüllen hat sich der Zeiger nach unten bewegt und steht jetzt bei 5 Dekagramm; die Grundfläche des Hartgummizylinders ist genau 10 qcm. Entfernt man den Finger von dem Glasröhrchen und legt ihn erst wieder auf, wenn das Wasser bis 10 gestiegen ist, so steht der Zeiger ebenfalls bei 10. Wiederholt man den Versuch in gleicher Weise, indem man das Wasser bis 15, 20, 25 cm steigen läßt, so ergibt sich der entsprechende Bodendruck 15, 20, 25 Dekagramm.

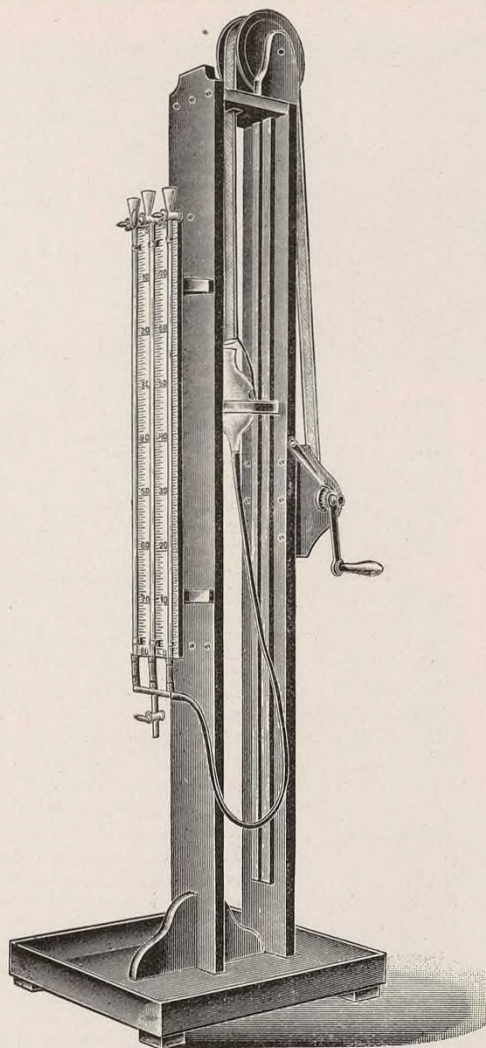
Um ein anderes Glasgefäß aufzusetzen, hat man nur nötig, die Füllflasche auf den Tisch zu stellen, den zylindrischen Glasaufsatz zu entfernen und einen der konischen Aufsätze aufzusetzen. Der Apparat ist dann sofort für die entsprechenden Versuche bei dem neu aufgesetzten Glasaufsatz bereit. Es mag noch erwähnt werden, daß, falls sich der Zeiger nicht von selbst einstellen sollte, ein Schlag auf den Tisch genügt, um exaktes Einspielen zu erreichen.



9186.



9185.



9187. Siehe p. 1012.

9184. Zwei Hartgummikolben mit Skalen dazu zum Nachweis der Unabhängigkeit des Bodendruckes von der Form der Bodenfläche nach Hartl (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IX p. 119, 1896). Während die Bodenfläche beim Apparate Nr. 9183 eben ist, ist sie bei dem einen dieser beiden Kolben konkav, bei dem anderen konvex. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk.	Pf.
10	—

Die Versuche werden genau so ausgeführt wie bei Nr. 9183 angegeben, nur ist darauf zu achten, daß der Glaszylinder vor Einsetzen des Hartgummikolbens gut trocken ist, da sonst keine sichere Dichtung eintritt. Das Quecksilber wird am bequemsten mit Hilfe einer kleinen Pipette eingefüllt.

9185. Reaktionsapparat. Dieser Apparat ist sehr empfindlich und ist der Ausschlag des Glasrohres weithin zu sehen. (Vgl. Hartl, Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. VIII p. 94, 1894.) [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

12	—
----	---

Fließt kein Wasser aus, so hängt das Glasrohr lotrecht, läßt man Wasser durchfließen, so treibt das ausfließende Wasser den unteren Teil des Rohres stark zurück.

9186. Heronsbrunnen (Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe Fig. 247 p. 171) mit durch Gummischlauch miteinander verbundenen Gefäßen, so daß die gegenseitige Lage der beiden Gefäße verändert werden kann. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

4	—
---	---

Man kann durch diese Anordnung nachweisen, daß die Höhe, bis zu welcher das Wasser aus dem Gefäße 2 springt, unabhängig ist von der Höhe des Gefäßes 1 über dem Gefäße 2, daß das Gefäß 1 ebensogut höher wie tiefer als 2 stehen kann.

9187. **Neuer Apparat zu den Versuchen über die Gesetze der Gase und Dämpfe nach Schaffers** (Annales de la Société scient. de Bruxelles, t. XXVII, 3 fasc. avril 1903; Beibl. 29 p. 1207, 1905; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 217, 1905). Dieser Apparat gestattet die folgenden Versuche:

1. Nachweis des Mariotte'schen Gesetzes für Drucke, die größer sind als 1 Atmosphäre;
2. Nachweis des Mariotte'schen Gesetzes für Drucke, die kleiner sind als 1 Atmosphäre;
3. Spannkraft gesättigter und nicht gesättigter Dämpfe im luftleeren Raum;
4. Spannkraft der Dämpfe im luftgefüllten Raum. [Fig. $\frac{1}{12}$ nat. Gr. p. 1011] . . .

Mk. Pf.

120 —

Um zunächst den Apparat zu füllen, wird der untere Hahn mit Hahnfett, die oberen Hähne mit Glyzerin eingerieben; dann wird die Kugel in ihre tiefste Lage gebracht, der untere Hahn geschlossen, die 3 oberen Hähne geöffnet und nun die Kugel mit Quecksilber gefüllt. Jetzt hebt man die Kugel, bis das Quecksilber die Bohrungen der oberen Hähne erreicht. Bemerkt man dabei Feuchtigkeit in den Glasröhren, so bringt man Schwefelsäure hinein, senkt das Quecksilber bis an das untere Ende der Röhren, drückt die Säure wieder hinauf bis in den Trichter, von wo man sie mittelst Filtrierpapier entfernt; dasselbe macht man mit Alkohol und zuletzt mit Aether.

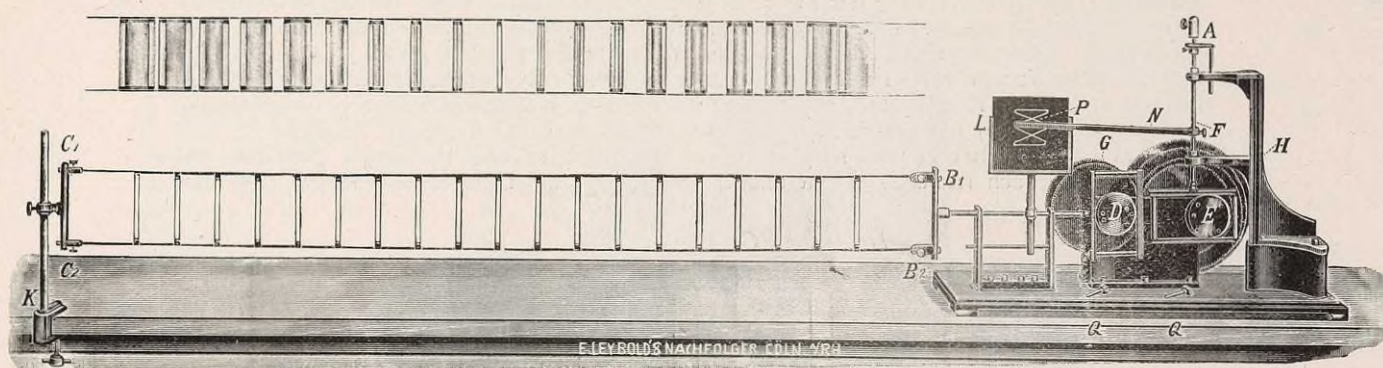
Hat man in der angegebenen Weise die Röhren bis an die Hähne mit Quecksilber gefüllt, schließt den Hahn des einen Rohres, senkt das Reservoir, so bildet dieses Rohr ein Barometer. Schließt man den Hahn eines anderen Rohres in dem Augenblicke, wo das Quecksilber in diesem Rohre etwa 5 cm unter dem Hahn sich befindet, so läßt sich dieses Rohr für den Beweis des Mariotte'schen Gesetzes gebrauchen und zwar für Drucke, die geringer sind als $1\frac{1}{2}$ Atmosphären. Das dritte Rohr, dessen Hahn offen bleibt, kann dabei als offenes Manometer dienen. Um zunächst das Mariotte'sche Gesetz für Drucke, die zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ Atmosphären liegen, nachzuweisen, schließt man in dem mittleren Rohre ein 30 cm langes Luftvolumen ab, hebt dann das Reservoir, bis dieses Volumen z. B. auf 15 cm vermindert ist und findet nun, daß das Quecksilber in dem offenen Rohr 380 mm höher steht, der Druck also $\frac{3}{2}$ Atmosphären beträgt. Wird das Reservoir gesenkt, so daß das im 2. Rohre abgeschlossene Luftvolumen 10 cm lang ist, so wird das Quecksilber im offenen Rohre bei 48 stehen; der Druck wird also $= 76 - 38 \text{ cm} = \frac{1}{2}$ Atmosphäre sein. Steht das Reservoir so tief, daß das Quecksilber bei 15 cm steht, so steht es im Manometerrohre bei 66, d. h. der Druck ist $= \frac{1}{3}$ Atmosphäre. Wird das Luftvolumen auf 20 cm verlängert, so ergibt das offene Manometer $\frac{1}{4}$ Atmosphäre; gleichzeitig fängt das Quecksilber im geschlossenen Manometer an zu sinken und dieses kann daher für die geringeren Drucke zur Bestimmung des Luftdruckes dienen (doch muß man zuerst das offene Manometer durch Heben des Reservoirs mit Quecksilber füllen, da sonst Luftblasen in das Rohr treten).

Nachdem man das Quecksilberreservoir so tief gebracht hat, daß sich eine 20 cm lange Luftsäule in dem 2. Rohre befindet, so ergibt sich, daß das Barometerrohr auf 10 steht, der Druck also 15 cm oder $\frac{1}{5}$ Atmosphäre beträgt; bei 30 cm Luftsäule steht das Barometer auf 17, der Druck ist 13 cm $= \frac{1}{6}$ Atmosphäre; bei 35 cm Luftsäule steht das Barometer auf 24 cm, der Druck ist somit 11 cm gleich $\frac{1}{7}$ Atmosphäre usw.

Um die Spannkraft gesättigter und nicht gesättigter Dämpfe im luftleeren Raume zu zeigen, bringt man die betreffenden Flüssigkeiten in die Trichter und bringt nun eine passende Menge durch Drehen der Hähne in die Röhren. Dabei kann eine der Röhren als Barometer dienen. Es läßt sich auf diese Weise zeigen, daß nicht gesättigte Dämpfe dem Mariotte'schen Gesetz folgen; ebenso lassen sich die Gesetze der Spannkraft von Lösungen und Dampfgemischen demonstrieren. Dabei läßt sich leicht, wenn zu viel Flüssigkeit oder Luft in die Röhren getreten ist, diese durch Heben des Quecksilbers wieder entfernen.

Um die Spannkraft eines Dampfes in einem luftgefüllten Raume zu zeigen, bringt man zuerst durch den mit 2 Bohrungen versehenen Hahn etwas trockene Luft in das Rohr, dreht dann den Hahn um 180° und läßt auf diese Weise etwas von der betreffenden Flüssigkeit, die man inzwischen in den Trichter gegossen hat, in das Rohr eintreten. Bevor man den Hahn zum zweiten Male öffnet, ist es zweckmäßig, das Reservoir etwas zu senken, da sonst leicht Luftblasen aus dem einen Rohre in die anderen Röhren übertreten könnten. Auch muß darauf geachtet werden, daß die Menge der eingeführten trockenen Luft groß genug ist, da sonst das Quecksilber in dem Manometerrohre über die Skala hinaussteigen würde.

9188. **Universal-Schwingungsapparat** nach Oosting-van Huffel, zur Demonstration erzwungener transversaler und longitudinaler Schwingungen, der Schwingungen freier Stäbe und zur Projektion der Lissajous'schen Figuren. Mit diesem Apparat lassen sich die Versuche über stehende Seilwellen, die bisher meist mit dem Apparate nach Melde ausgeführt werden, die Versuche über Transversal-



9188.

Schwingungen elastischer Stäbe, die sich auch mit dem Apparat nach Kappert (unser Hauptkatalog Nr. 1360) sehr schön zeigen lassen, und die Entstehung der verschiedenen Lissajous'schen Figuren in äußerst sauberer Weise darstellen. Außerdem aber erlaubt der Apparat auch die Demonstration erzwungener longitudinaler Schwingungen nach Oosting (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XII, p. 214, 1900), also der Knoten und Bäuche, wie sie in einer geschlossenen Pfeife auftreten. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

200 —

Zum Antrieb des Apparates ist ein kleiner Gleichstrom-Elektromotor von etwa $\frac{1}{32}$ bis $\frac{1}{16}$ P.S. zu empfehlen, dessen Tourenzahl sich mit einem Schieberrheostaten fein regulieren läßt. Der Apparat wird an einem Ende des Experimentiertisches aufgestellt und eventuell mit einer Schraubzwinge festgeklemmt. Die Kurbel wird zunächst entfernt und auf die Achse *H* eine Schnurrolle festgeschraubt. Diese Schnurrolle dient zum Inbetriebsetzen des Apparates mit Hilfe eines Elektromotors. Statt mittels einer Schnur kann man die Uebertragung der Rotation auch durch ein Stück starkwandigen Gummischlauches bewerkstelligen, das man über die Enden der beiden Achsen steckt.

1. Versuch: Darstellung transversaler Seilwellen. Bei *A* wird der beigegebene Kautschukfaden mit einem Ende festgeklemmt. Das andere Ende hält man mit der Hand in passender Entfernung von dem Apparat. Die 10 Zahnräder werden nun frei geschraubt, so daß sie sich nicht mit der Achse drehen können. Läßt man jetzt die Achse *H* mit dem Exzenter *E* rotieren, so bewegt sich *A* auf- und abwärts und erregt so in dem Kautschukfaden transversale Schwingungen. Je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit, die man mit Hilfe eines Vorschaltwiderstandes regulieren kann, der Länge und der Spannung des Fadens erhält man eine ganze Welle mit einem Knoten in der Mitte, eine halbe Welle mit einem Bauch in der Mitte oder $1\frac{1}{2}$ Wellen etc. Diese Wellen sind, weil der Kautschukfaden ziemlich dick ist, sehr gut zu sehen.

2. Versuch: Darstellung von Longitudinalwellen. Eines der beigegebenen Systeme aus 2 Kautschukfäden mit zwischen diesen aufgespannten weißen Kartonstreifen wird zwischen den Klemmen *B*₁ und *B*₂ des Apparates und den Klemmen *C*₁ *C*₂ des Statives *K* befestigt und zwar so, daß die Entfernung zwischen *B*₁ *B*₂ und *C*₁ *C*₂ ca. 3 m beträgt. Jetzt verbindet man die Achse *G* mit dem Motor und läßt den Exzenter *D* rotieren; dadurch macht *B*₁, *B*₂ horizontale Hin- und Herbewegungen und erzeugt in dem elastischen Systeme Longitudinalschwingungen. Ein Streifen an Stelle eines Knotens wird in Ruhe sein oder nur ganz geringe Schwingungen machen. Alle anderen Streifen machen Schwingungen mit mehr oder weniger großen Amplituden, je nachdem sie näher oder weiter von einem Bauche entfernt sind. Durch Verändern der Entfernung *B*₁ *C*₁ läßt sich die Anzahl der Knoten wiederum variieren. Durch Regulieren der Geschwindigkeit läßt sich die Schwingung so darstellen, daß an den Knoten möglichst große Ruhe herrscht (vgl. die obere Figur).

3. Versuch: Schwingungen frei schwebender Drähte. Die Drähte werden mit ihrem freien Ende in die Klemmen *B*₁ *B*₂ befestigt, im übrigen wie bei Fig. 2 verfahren. Der Stab schwingt dann je nach seiner Länge und der Geschwindigkeit des Motors mit 1 oder 2 Knoten.

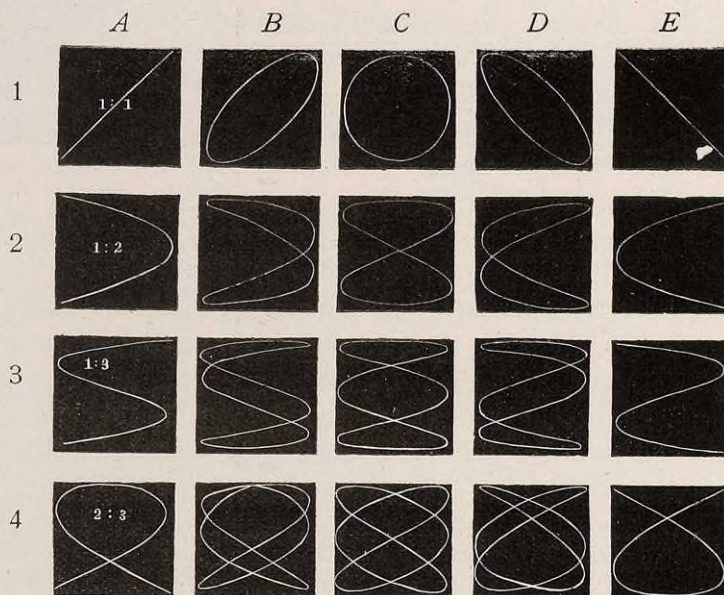
4. Versuch: Darstellung Lissajous'scher Figuren. In den Rahmen *L* wird eine auf der einen Seite berußte Glasplatte, mit der berußten Fläche dem Stifte *P* zugekehrt, eingeschoben. Je schwächer die Platte berußt ist, um so schöner werden die Figuren; der Rauch einiger Streichhölzer genügt vollkommen. Der Arm *N* wird mit der Schraube *F* in passender Höhe so festgeschraubt, daß der Stift *P* mit leisem Druck die Glasfläche berührt. Bei Bewegung des Stiftes in unten beschriebener Weise schreibt der Stift *P* die betreffende Figur sehr sauber und ohne störende Doppellinien auf. Man kann die Glasplatte mit der Figur nachher projizieren oder den Apparat zwischen Kondensor und Projektionsapparat so

Schwingsungs-
Apparat.

aufstellen, daß die Entstehung der Figur auf dem Schirme sichtbar wird. Bei diesen Versuchen wird der Apparat ohne Motor gebraucht und die beigegebene Kurbel auf die Achse *G* festgeschraubt. Dreht man dann bloss die Achse *G*, so zeichnet der Exzenter *D* eine horizontale Gerade auf; würde man nur den Exzenter *E* drehen, so schriebe der Stift eine vertikale Gerade auf, durch Kombination der beiden Bewegungen 1) mit verschiedenen Umdrehungsverhältnissen und 2) mit verschiedenen Phasen, erhält man die folgenden Versuche:

a) Der Exzenter *D* wird so gestellt, daß die Durchbohrung in diesem Exzenter die äußerste Lage nach rechts einnimmt und in dieser Lage mit Hilfe eines Stiftes *Q*, den man

Mk. Pt.



9188 A.

durch die Durchbohrung steckt, festgestellt. Der Exzenter *E* wird in gleicher Weise festgeklemt, wobei derselbe also auch seine äußerste Lage rechts einnimmt; in dieser Lage wird er durch den zweiten Stift, den man in die Durchbohrung links unten steckt, fixiert. Jetzt schraubt man die beiden vordersten Zahnräder, die unter sich gleich sind, mit Hilfe der ihnen zugehörigen auf den Achsen sitzenden beiden Schrauben fest und zieht nun die 2 Stifte *Q* wieder heraus. Dreht man jetzt die Kurbel, so schreibt der Stift *P* einen Kreis auf entsprechend der Figur (9188 A) l. C.

b) Die Schrauben der beiden vordersten Zahnräder werden gelöst, der Exzenter *D* wie vorhin festgestellt, der Exzenter *E* jedoch so, daß er seine tiefste Stellung einnimmt. Nachdem man die beiden Zahnräder wiederum festgeschraubt hat, werden die Stifte wieder entfernt. *P* schreibt jetzt eine von links unten nach rechts oben gehende Gerade auf wie in Fig. 1 A.

c) Man verfährt wie bei Versuch 2, bringt aber den Exzenter *E* in seine äußerste Lage links. Der Stift zeichnet einen Kreis.

d) Bringt man den Exzenter *E* in seine höchste Stellung, so resultiert eine Gerade von oben links nach unten rechts, entsprechend Figur 1 E.



9188 B.

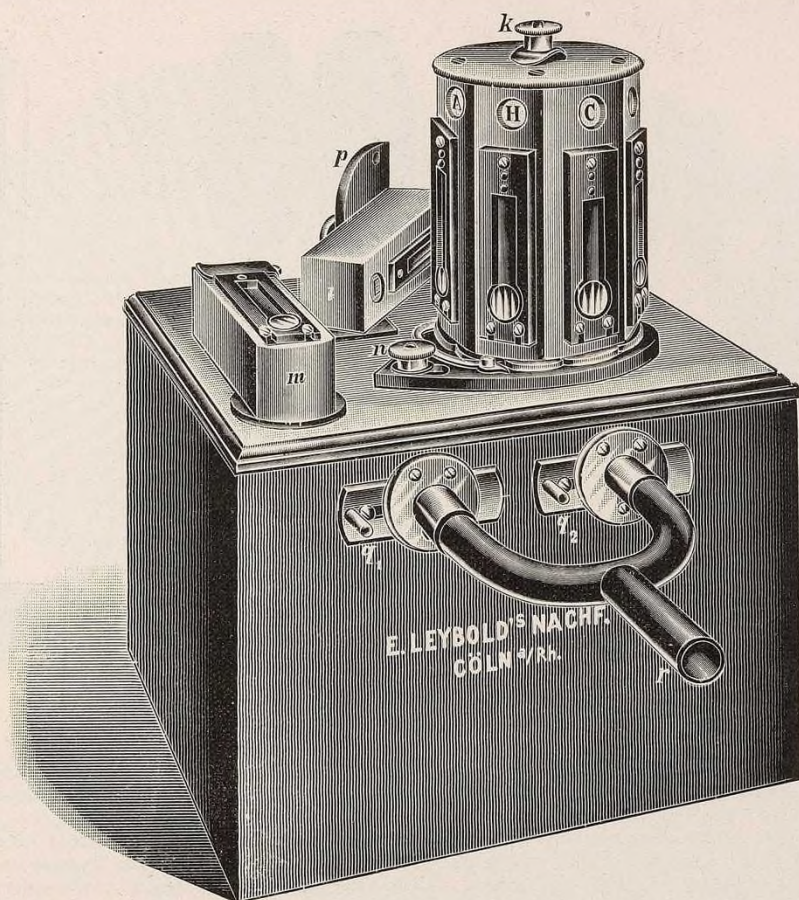
e) Bringt man den Exzenter in eine Zwischenlage, so entsteht eine Ellipse, und zwar wie bei Figur 1 B oder 1 D, je nachdem die Achse des Exzentrums über oder unter dem horizontalen Durchmesser liegt.

f) Man benutzt in gleicher Weise die zweitvordersten Räder und erhält die in der untersten Reihe der Figur 9188 A gezeichneten Kurven.

g) Die folgenden Räder geben die in Figur 9188 A bei 2 wiedergegebenen Kurven.

h) Mittels der in der vierten Reihe stehenden Räder lassen sich die in Figur 9188 A bei 3 gezeichneten Linien herstellen.

i) das hinterste Räderpaar, von denen das eine 60, das andere 59 Zähne besitzt, gibt eine Linie, wie Figur 9188 B, welche einem verstimmten Unisono entspricht.



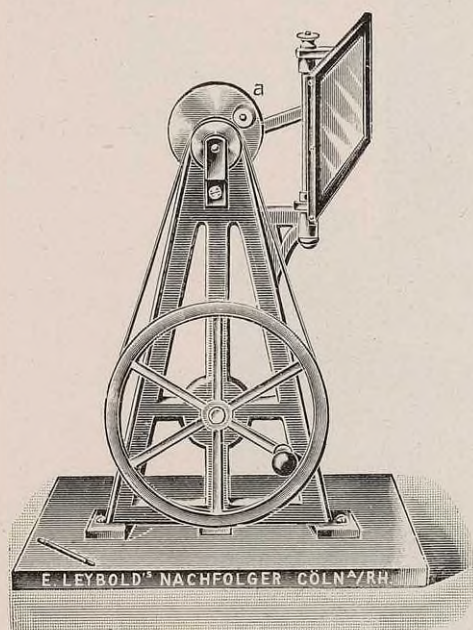
9189.

9189. Apparat zur Darstellung von Schwingungskurven und Lissajous'schen Figuren durch Projektion. In höchst einfacher Weise lassen sich mit diesem Apparat sowohl die Zerlegung einer Schwingung wie auch die Lissajous'schen Figuren für 8 verschiedene Ton-Intervalle in kurzer Zeit lichtstark und groß auf den Schirm projizieren. Es ist daher dieser Apparat ein wertvoller Ersatz für die sonst gebräuchlichen Stimmgabelapparate, die entweder wegen des elektrischen Antriebes der Stimmgabeln ziemlich umständlich in der Handhabung sind oder aber wegen des Anstreichens zu wenig zufriedenstellenden Resultaten führen; bei denen ferner zwischen je 2 Versuchen ein zeitraubendes Auswechseln der Stimmgabeln notwendig ist. — Bei diesem Apparat sind die Stimmgabeln ersetzt durch Zungenpfeifen, und zwar sind 8 verschiedene Pfeifen, die auf die Töne der Tonleiter abgestimmt sind, auf einer Art Revolver montiert, so daß ein einfaches Drehen dieses Revolvers genügt, um sofort eine neue Pfeife in Tätigkeit zu setzen und somit eine andere Lissajous'sche Figur zu erzeugen. Ein weiterer Vorteil dieses Apparates besteht darin, daß die von den Pfeifen erzeugten Töne viel stärker sind als diejenigen von Stimmgabeln, und daß die Schwingungsweiten der Spiegel viel größer sind. Zu den Versuchen sind keine weiteren Apparate erforderlich, als ein Projektionsapparat, ein beliebiger Blasebalg und ein rotierender oder besser ein vibrierender Spiegel (vgl. Nr. 9190 p. 1016). [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] . . .

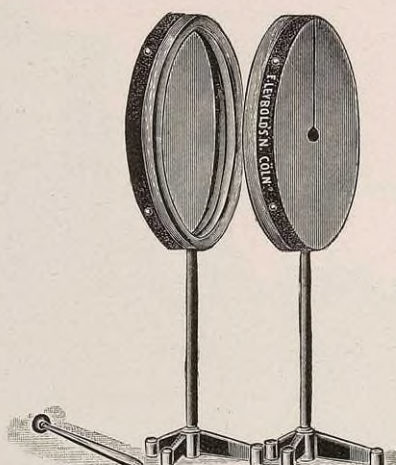
Projektionsapparat und Schwingungsapparat werden so aufgestellt, daß die Objektivlinse des Projektionsapparates über den kleinen Spiegel derjenigen am Revolver sitzenden Pfeife, welche dem Spiegel der Pfeife / am nächsten gegenübersteht, ein scharfes Bild einer

Mk. Pf.

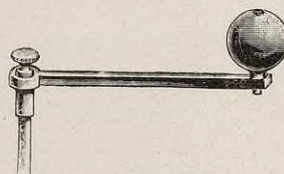
240 —

Luftstoss-
apparat.

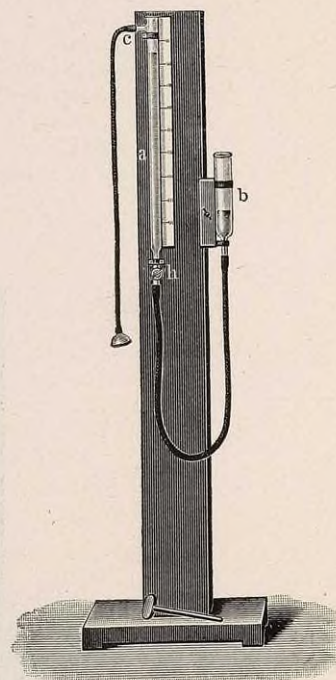
9190.



9191.



9193.



9192.

kleinen Blende auf den Projektionsschirm entwirft. Der Projektionsapparat muß dafür aus seiner gewöhnlichen Stellung um etwa 135° gedreht werden. Nun verbindet man das Rohr r durch einen Schlauch mit dem Blasebalg. Oeffnet man dann das Rohr, welches zu der eingestellten Pfeife führt, indem man den Schieber q_2 nach links rückt, so ertönt diese, und man sieht die Zunge der Pfeife schwingen; auf dem Schirm erscheint der kreisrunde Fleck zu einer vertikalen Geraden ausgezogen. Läßt man nun den Lichtstrahl noch über einen rotierenden oder besser über einen vibrierenden Spiegel gehen, so sieht man die vertikale Gerade zu einer Wellenlinie ausgezogen. In gleicher Weise kann man nun die Wellenlinien für die Schwingungen der übrigen Pfeifen erhalten; man braucht nur den Revolver an dem Griffe k zu drehen, bis er wieder einschnappt, damit die nächstfolgende Pfeife ohne weiteres eingestellt ist. Stellt man ferner die Pfeife l vertikal und befestigt sie wieder mit Hilfe der zuvor gelösten Schraube, die man jetzt bei p einschraubt, so kann der Lichtstrahl auf den Spiegel dieser Pfeife dirigiert und der reflektierte Lichtstrahl über den Spiegel der gegenüberstehenden Pfeife des Revolvers auf den Schirm gerichtet werden. Nun kann man den letztgenannten Versuch wiederholen und darnach auch die Pfeife l mittönen lassen, indem man den Schieber q_1 nach links bewegt. Auf dem Schirme erscheinen jetzt die Wellenlinien beider Pfeifenzungen superponiert. —

Um nun die Lissajous'schen Figuren zu demonstrieren, wird die Pfeife l wieder horizontal (wie in der Figur) befestigt, im übrigen wie vorhin verfahren, jedoch unter Weglassung des rotierenden bzw. vibrierenden Spiegels. Die Schieber q_1 und q_2 werden beide geöffnet, und zwar so weit, daß die horizontale und die vertikale Pfeife gleich stark tönen. Die Lissajous'sche Figur erscheint dann sehr groß und deutlich auf dem Schirm; um zu einem anderen Ton-Intervall überzugehen, hat man, wie oben, nur nötig, den Revolver zu drehen. Zum bequemeren Einstellen der Spiegel dienen die Schraube n und eine unterhalb p auf der Oberfläche der Windlade sitzende Schraube. Nach Lösen derselben läßt sich der Revolver und die Pfeife l etwas drehen. An Stelle der Pfeife l läßt sich in gleicher Weise die Pfeife m montieren, welche auf den Ton E abgetönt ist, während die Pfeife l dem Ton C entspricht.

9190. **Vibrierender Spiegel**, um eine vertikale Achse sich hin und her bewegend, zur Demonstration der Schwebungen mit dem Apparat Nr. 9189 sowie zur Wiedervereinigung der Spektralfarben usw. Mit Antriebsvorrichtung und Einrichtung, um den Drehungswinkel des Spiegels beliebig groß zu machen. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Um den Spiegel auf einen anderen Vibrationswinkel einzustellen, wird die Schraube a mit Hilfe des beigegebenen Stiftes gelöst, der Exzenter eingestellt und nun die Schraube wieder fest angezogen.

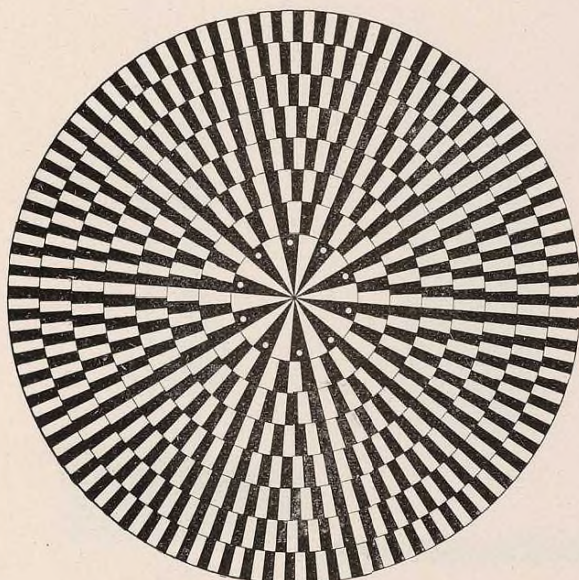
9191. **Luftstossapparat** (Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe Fig. 278 p. 189).

Die beiden Membranen werden etwa 1 m voneinander parallel aufgestellt; das Kugelchen soll die eine Membran ganz leise berühren. Schlägt man mit dem Klöppel auf

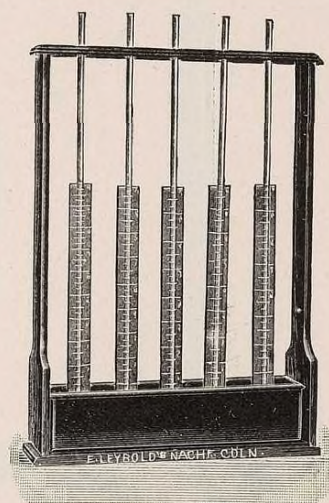
Mk. Pf.

60 —

13 —



9194.



9195.

die Mitte der anderen Membran, so schreitet die dadurch entstehende Verdichtungswelle vorwärts und bringt die zweite Membran zum Schwingen, was sich durch Aufspringen des Pendelkugelhens bemerkbar macht.

9192. **Interferenz-Apparat nach Quincke, neue Form** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 85 p. 144). [Fig. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

36 —

Die Stimmgabel, deren Schwingungszahl bestimmt werden soll, wird über dem Rohr *a* aufgestellt, *b* wird mit Wasser gefüllt und zunächst so tief gestellt, daß *a* ganz leer ist; dann hebt man *b* langsam, wodurch die Luftsäule in *a* immer mehr verkürzt wird, schließt bei jedem Tonmaximum den Hahn *h* und liest die Stellung des Wasserniveaus in *a* ab. Aus den Entfernungen zweier Maxima (bezw. Minima) läßt sich die Schwingungszahl berechnen.

9193. **Pfeife zum Beweise des Doppler'schen Prinzips.** Einfachere Ausführung (vergl. Nr. 456 p. 83 unseres Hauptkataloges). Zum Aufsetzen auf unsere Schwingmaschine. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

12 —

9194. **Stroboskopische Scheibe zur Klanganalyse nach Samojloff** (M. P. X. Aufl. Bd. I Fig. 825, p. 767). [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

30 —

Diese Scheibe wird durch einen Elektromotor in gleichmäßige Rotation versetzt. Vor der Scheibe stellt man den Brenner Nr. 1403 p. 205 unseres Hauptkataloges auf. Um eine möglichst lichtstarke Beleuchtung der Scheibe zu erzielen, ist es empfehlenswert, Äzetylgas statt Leuchtgas zu verwenden. Man bläst zunächst gegen die im innersten Kreise befindlichen Löcher, wodurch ein bestimmter, von der Tourenzahl abhängiger Ton entsteht. Dann singt man (z. B. die Vokale) in derselben Tonhöhe in den Trichter des manometrischen Brenners. Felder derjenigen Ringe, welche einem in dem gesungenen Vokale enthaltenen Obertone entsprechen, scheinen dann stillzustehen. Dieser Apparat eignet sich sehr gut zur Klanganalyse und läßt sich die Erscheinung in einem großen Saale sehr gut beobachten.

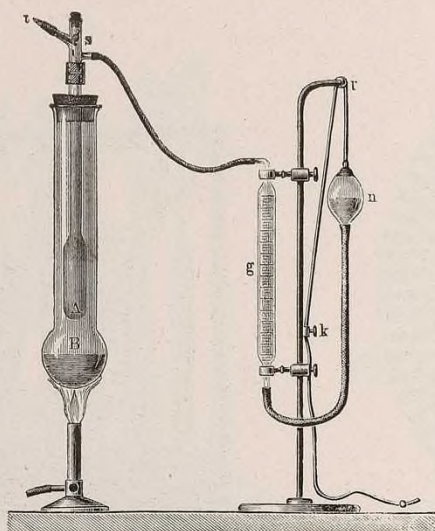
9195. **Fünf Thermometerröhren zur Demonstration der verschiedenen Ausdehnung der Flüssigkeiten.** Auf Stativ mit Blechwanne. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

25 —

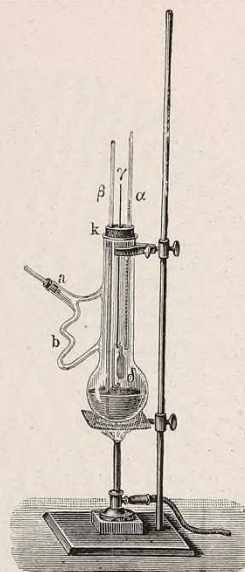
Zur Füllung der 5 Röhren eignen sich etwa Toluol ($\alpha = 0,00109$); Petroleum ($\alpha = 0,00092$); Glycerin ($\alpha = 0,00050$); Wasser ($\alpha = 0,00061$) und Quecksilber ($\alpha = 0,00018$). Die Wanne dient zur Aufnahme von heißem Wasser oder von Eis.

9196. **Dampfdichtebestimmungsapparat nach Viktor Meyer, neue Form** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 56 p. 102). Dieser Apparat unterscheidet sich von der früheren Form (unser Hauptkatalog Nr. 1693 p. 244) dadurch, daß der Meßzylinder *g* an einem besonderen Stativ befestigt und durch einen Kautschuckschlauch mit dem Gefäß *n* verbunden ist, welches durch eine über die Rolle *r* gehende

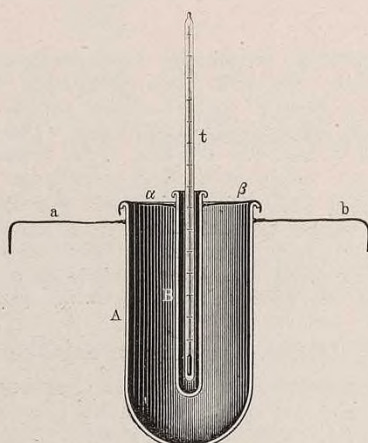
Wärme.



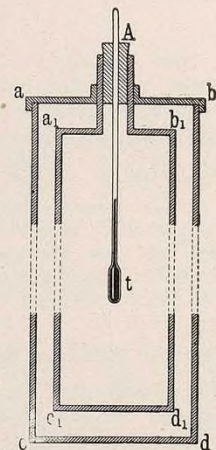
9196. Siehe p. 1017.



9197.



9198.



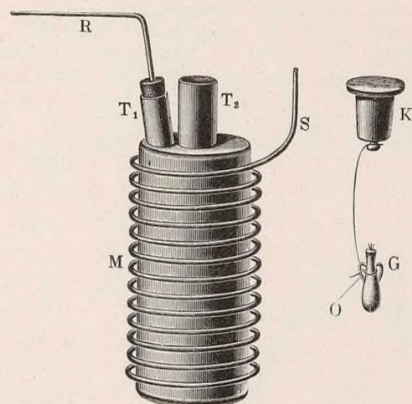
9199.

und durch Klemme *k* gehaltene Schnur höher und tiefer gestellt werden kann.
[Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

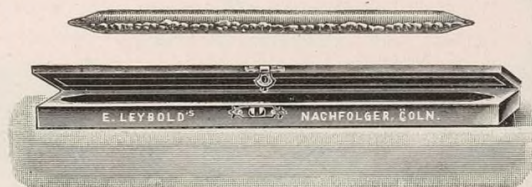
Man stellt zuerst das Wasser in *g* auf den Nullstrich ein. Wenn die durch die verdampfte Flüssigkeitsmenge aus *A* vertriebene Luft in *g* eingetreten ist, senkt man die Kugel *n*, bis das Wasser in *g* und in *n* gleich hoch steht.

9197. **Siedegefäß zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des Molekularvolumens der Flüssigkeiten beim Siedepunkt** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 92 p. 154). Nebst Rückflußkühler auf Stativ aber ohne Brenner. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]
9198. **Schmelzpunktbestimmungs-Apparat** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 97 p. 163). Äußeres Gefäß aus Eisen, inneres Gefäß aus Stahl, mit Haltern, Stativ und Thermometer. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]
9199. **Apparat zur Bestimmung der kritischen Temperatur** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 100 p. 170). Mit 4 Glimmerfenstern, durch welche hindurch sich die Vorgänge in dem mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllten, verschlossenen Glaskölbchen und die Temperatur mit Hilfe eines Ablesefernrohres beobachten lassen. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Mk.	Pf.
48	—
14	—
20	—
44	—



9200.



9201/4.

9200. **Verbrennungsgefäß zur Bestimmung der Hydrationswärme** (Wied. & Ebert, Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 128 p. 229). Ohne Kalorimeter. [Fig. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.] . . .
Glasröhre mit vollkommen reiner, absolut trockener, flüssiger Kohlensäure. Bisher war es nie gelungen, Glasröhren mit vollkommen reiner und wasserfreier Kohlensäure herzustellen; die folgenden Röhren entsprechen diesen Bedingungen durchaus und füllen daher eine oft empfundene Lücke aus. Die Kräuselungs- sowohl wie die Verdunstungs- und Kondensationserscheinungen sind in diesen Röhren viel deutlicher zu sehen, wie bei den bisherigen. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Diese Glasröhren liefern wir in 4 verschiedenen Ausführungen, die sich durch die Menge der eingefüllten Kohlensäure unterscheiden, nämlich:

9201. **Glasröhre in Etui**, so viel Kohlensäure enthaltend, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur leer erscheint und die flüssige Kohlensäure erst bei mäßiger Abkühlung sichtbar wird 20 —
 9202. — bei gewöhnlicher Temperatur etwa 2—5 cm flüssige Kohlensäure enthaltend 20 —
 9203. — bei gewöhnlicher Temperatur etwa bis zur Hälfte mit flüssiger Kohlensäure gefüllt 25 —
 9204. — bei gewöhnlicher Temperatur etwa zu $\frac{2}{3}$ mit flüssiger Kohlensäure gefüllt 25 —
 9205. **Papin'scher Topf nach Ben e vide** zur Demonstration der Eigenschaften des Dampfes und der Wirkung der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr. p. 1020] 100 —
 9206. **Apparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes nach Rubens** (Ber. d. D. Phys. Ges. IV, p. 78, 1906; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIX, p. 171, 1906). Dieser Apparat ist für genaue Messungen bestimmt und zeichnet sich durch die Einfachheit der Handhabung aus. (Ein Demonstrations-Apparat für denselben Versuch siehe Nr. 9005 p. 930.) Das Kalorimetergefäß besteht aus einer 60 cm langen, 4,5 cm weiten, an beiden Enden verschlossenen Messingröhre. In den Verschlußkappen ist je 1 Thermometer befestigt, welche die

Mk. Pi.

24 —

20 —

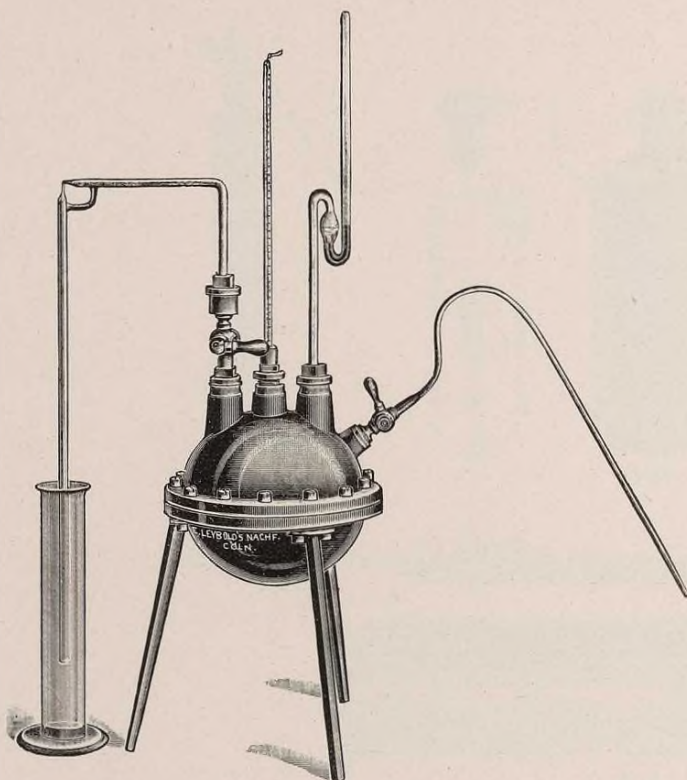
20 —

25 —

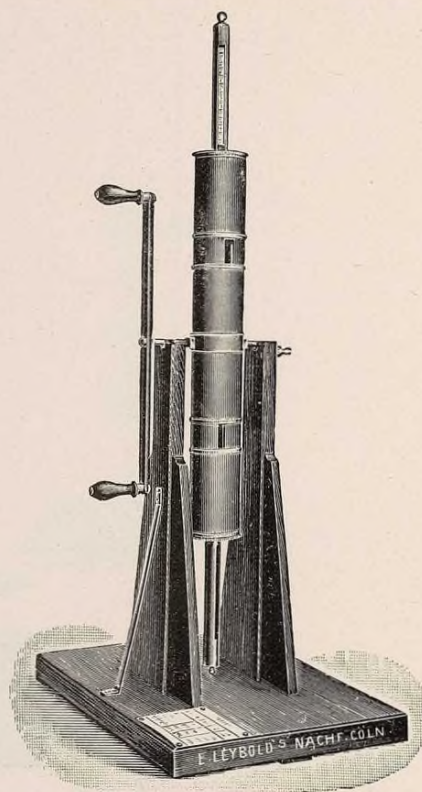
25 —

100 —

Mechanisches
Wärme-
äquivalent.



9205. Siehe p. 1019.



9206. S. p. 1019.

Temperatur des Oeles, womit das Kalorimetergefäß gefüllt ist, zu messen gestatten. In dem Oel befindet sich ein zylindrisches, etwa 4 kg schweres Bleigewicht. Das Kalorimetergefäß ist im Innern eines zweiten Rohres befestigt. Zwischen den beiden Rohren liegt ein Luftmantel, dessen Temperatur mittelst eines in der Figur verdeckten Thermometers gemessen wird; eine größere Zahl Korkwürfel, die in dem Luftmantel sich frei bewegen, sorgen für die nötige Durchmischung der Luft. Das Ganze liegt auf einem starken Holzgestell und ist um eine horizontale Achse drehbar. Bei jeder Drehung um 180° fällt das Bleigewicht von einem Ende des Kalorimetergefäßes durch das Oel mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 10 cm per Sekunde nach dem anderen Ende und verrichtet auf diese Weise einerseits Arbeit und erzeugt anderseits Wärme. Mit Hilfe eines vierten, am Gestell befestigten Thermometers wird die Temperatur der Luft abgelesen. Zur Beobachtung der Vorgänge im Kalorimetergefäß ist dieses sowohl wie der äußere Mantel mit Fenstern versehen. [Fig. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.] . . .

Um den Apparat zusammenzusetzen, schraubt man zunächst die mit *I* bezeichnete Verschlusskappe mit Thermometer auf die ebenfalls mit *I* bezeichnete Stelle des Kalorimetergefäßes bis die am Rande des Kalorimetergefäßes und an der Verschlusskappe angebrachten Marken übereinander stehen. Dann füllt man das Kalorimetergefäß halb voll Oel, läßt langsam das Bleigewicht in das Oel gleiten und füllt das Kalorimetergefäß nun ganz voll Oel. Jetzt schraubt man die mit *II* bezeichnete Verschlusskappe auf. Alsdann werden die Metallkappen des äußeren Metallrohres abgeschraubt, letzteres auf den Tisch gelegt und nun sorgfältig das Kalorimetergefäß hineingeschoben. Nachdem man die eine Metallkappe wieder aufgeschraubt hat, bringt man die Korkwürfel zwischen den äußeren Behälter und das Kalorimetergefäß, schraubt auch die zweite Metallkappe auf und befestigt endlich die Schutzhülsen für die Thermometer. Das ganze wird nun auf das Stativ gelegt, und zwar so, daß die Kurbel auf der entgegengesetzten Seite ist, wie die am Stativ angebrachten Federn für das Barometer. In den bei der Achse sitzenden Kork wird das dritte Thermometer, welches zur Messung der Temperatur des Luftmantels dient, eingeführt. Der Apparat wird zunächst um etwa 2° unter Zimmertemperatur abgekühlt oder die Zimmertemperatur durch Anzünden einiger Gasflammen um ebensoviel erhöht. Dabei ist Kondens-

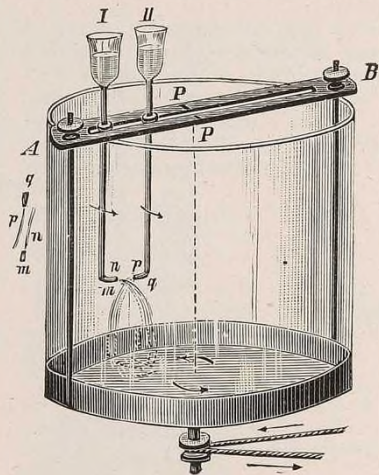
Mk. Pf.

175 —

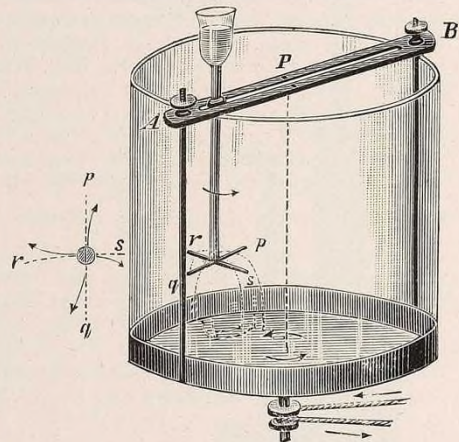
sation von Wasserdampf sorgfältig zu vermeiden. Nun dreht man den Apparat etwa 30mal um 180°, bis die beiden Kalorimeterthermometer auf einige Hundertstel Grade die gleiche Temperatur zeigen. Sobald die Temperatur im Luftmantel ungefähr zwischen der Kalorimeter- und der Zimmertemperatur liegt, fängt man an, den Apparat in Rotation zu versetzen. (Ruckweises Drehen zu vermeiden.) Nach je 50 halben Umdrehungen werden die 4 Thermometer abgelesen. Die Versuchsreihe wird abgebrochen, sobald die beiden Kalorimeter dieselbe für die ganze Versuchsdauer berechnete Durchschnittstemperatur angeben, wie das im Luftmantel befindliche Thermometer.

Bedeutet k das Gewicht des Bleizylinders in Kg, h die Hubhöhe in Metern, s das spezifische Gewicht des Bleies, s_1 dasjenige des Oels, so ist $p = k \cdot h \cdot \frac{s-s_1}{s}$. Der Gesamtwasserwert W des Kalorimeters wird auf folgende Weise gefunden: Die Massen des eingeführten Oeles, des Bleizylinders, des verwendeten Messings und Glases werden bei Lieferung des Apparates mitgeteilt. Diese Massen werden mit den bezüglichen spezifischen Wärmen (0,477; 0,305; 0,090 und 0,190) multipliziert und die Produkte addiert. Veranschlagt man den Wasserwert der beiden Thermometer auf 0,6 g, denjenigen der beiden Leder-scheiben an den Enden des Kalorimetergefäßes auf 1 g, so ergibt sich durch Summation der drei Größen der Gesamtwasserwert W . Bedeutet wieder p die Arbeit des einzelnen Hubes, ist ferner die Hubzahl = n , die beobachtete Temperaturerhöhung des Kalorimeters = d , so ist das mechanische Wärmeäquivalent = $\frac{n \cdot p}{W \cdot d}$ kgm.

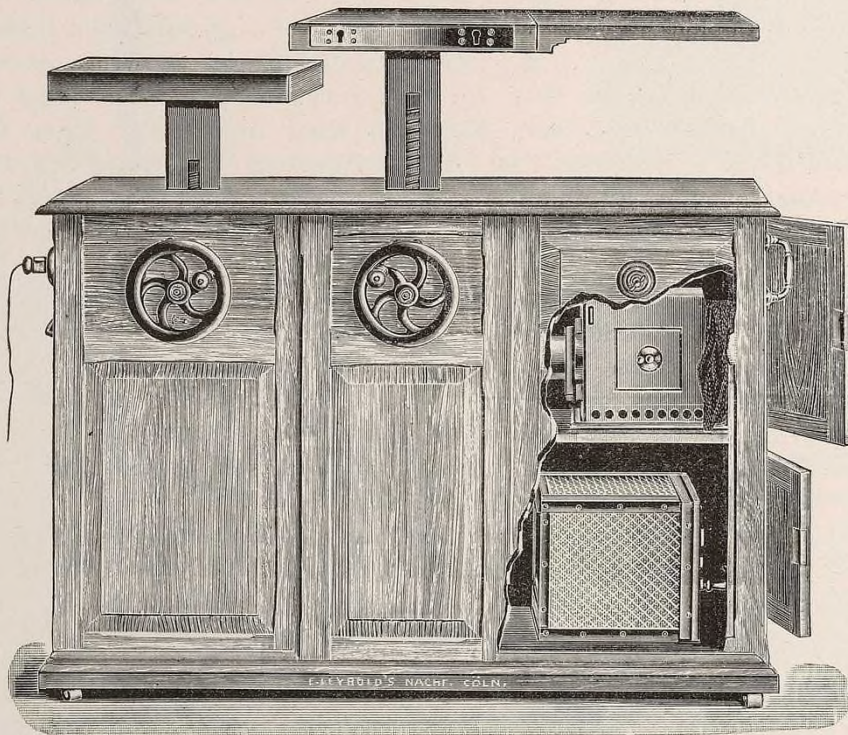
9207.	Serie von 12 Wetterkarten für den meteorologischen Unterricht	33	—
	Diese Karten enthalten typische Wetterlagen, und zwar stellen sie im einzelnen dar: 1. Witterung des 8. Juli 1900. Kalt und regnerisch (van Bebbber, Typus I). 2. Witterung des 11. Mai 1900. Kälterückfall, sog. Gestrenge Herren. 3. Witterung des 22. August 1895. Strahlungssommer (van Bebbber, Typus II). 4. Witterung vom 24. April 1901. Kühl und heiter (van Bebbber, Typus III). 5. Witterung vom 24. September 1900. Warmer Herbsttag (van Bebbber, Typus IV). 6. Witterung vom 27. August 1901. Windig und naßkalt (van Bebbber, Typus V). 7. Witterung des 22. Juni 1900. Gewittersäcke. 8. Witterung des 2. Januar 1901. Heiterer kühler Wintertag (Teisserenc de Bort, Typus A). 9. Witterung des 16. Februar 1896. Strahlungswinter (Teisserenc de Bort, Typus B; van Bebbber, Typus II). 10. Witterung des 12. Oktober 1896. Regnerischer kühler Herbsttag (Teisserenc de Bort, Typus C). 11. Witterung des 22. Dezember 1900. Milder Wintertag (Teisserenc de Bort, Typus D; van Bebbber, Typus V). 12. Witterung des 20. Februar 1900. Warm und windig (Teisserenc de Bort, Typus E).		
	Jede Karte enthält außer der Morgenkarte des betreffenden Tages, auf welcher die Isobaren schwarz, die Isothermen blau gezeichnet sind, auch noch die Mittagskarte desselben und die Abendkarte des vorangegangenen Tages; außerdem die Charakteristik der betreffenden Wetterlage und die Prognose der Wetterkarte. Größe 125×98 cm.		
9208.	— auf Leinwand aufgezogen und mit Stäben zum Aufhängen	60	—
9209.	— jede einzelne Karte auf Papier	3	30
9210.	— jede einzelne Karte auf Leinwand aufgezogen und mit Stäben zum Aufhängen	5	50
9211.	Apparat zur Demonstration meteorologischer Erscheinungen nach Rosenberg (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. 12 p. 335, 1899). Passend zu unseren Schwungmaschinen Nr. 419—421 p. 79 des Hauptkataloges	100	—
	Mit diesem Apparate lassen sich folgende Versuche anstellen:		
	1. Ablenkung der Passate und Antipassate [Fig. 9211 A 1/7 nat. Gr. p. 1022];		
	2. Unabhängigkeit des Ablenkungssinnes von der Strömungsrichtung;		
	3. Entstehung der Zyklone;		
	4. Entstehung der Antizyklone [Fig. 9211 B 1/7 nat. Gr. p. 1022],		
	5. Fehlen einer Ablenkung am Aequator;		
	6. das Baer'sche Gesetz;		
	7. die Ferrel'sche Hypothese.		

Projektions-
tisch.

9211 A. Siehe p. 1021.



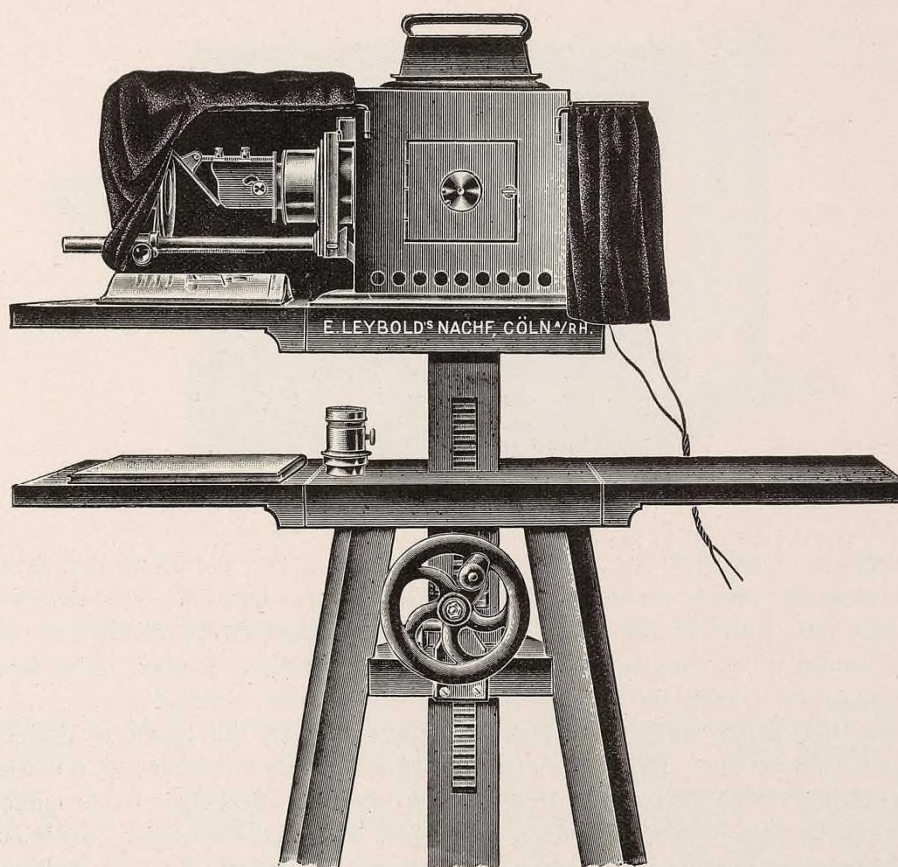
9211 B. Siehe p. 1021.



9214.

9212. Glaszylinder mit Anblasevorrichtung zur Darstellung der Zyklonenbildung. (Ibid. Fig. 6 p. 337)
9213. **Fahrbarer Universal-Projektionstisch.** Dieser Projektionstisch hat denselben Zweck und dieselben großen Vorteile wie unsere Universalstative Nr. 2582 u. ff. p. 362 des Hauptkataloges, die sich einer großen Beliebtheit erfreuen, da sie sich nicht nur bei allen Projektionsversuchen als äußerst praktisch bewährten, sondern auch bei vielen andern Versuchen als bequeme Experimentiertische erwiesen. Das dürfte in noch größerem Maße bei unserem fahrbaren Universal-Projektionstisch der Fall sein. Dieser ist in Kastenform gebaut und hat an

Mk.	Pf.
20	—



9215.

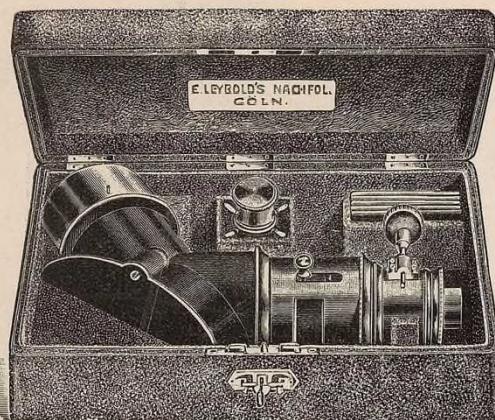
seiner Hinterseite 2 mit Türen versehene Schränke, welche zur Aufbewahrung des Projektionsapparates, des Widerstandes etc. dienen können. Die 147:51 cm große Grundplatte ist auf 4 festen Rollen montiert, der Kasten selbst mit Handgriffen versehen, so daß er leicht von einem Unterrichtszimmer in ein anderes gefahren werden kann. Der Oberbau des Tisches ist in 3 Teile geteilt und lassen sich der mittlere und der vordere Teil durch Kurbeln hoch- und tiefstellen. Die Bewegungsmechanismen sind wie bei unserem Universalstativ so eingerichtet, daß die Tischplatten in jeder Höhe von selbst feststehen. An die mittlere Platte kann hinten und auf beiden Seiten eine Verlängerungsplatte eingehängt werden, wodurch die Verwendbarkeit des Tisches eine fast unbegrenzte ist

9214. **Fahrbarer Universal-Projektionstisch** mit elektrischer Einrichtung zum Anschluß an das städtische Netz. Der Widerstand wird in dem unteren Schrank montiert, der Kasten selbst ist mit Asbest ausgekleidet. In der Höhe der Kurbeln werden ferner die nötigen Steckdosen zum Anschluß des Tisches an das Netz und zum Anschluß der Projektionslampe an den Tisch montiert, ebenso die nötigen Aus-
schalter und Sicherungen. Die Leitungen selbst sind im Innern des Kastens montiert. [Fig. $\frac{1}{13}$ nat. Gr.] Preis je nach Stromart auf gefl. Anfrage.
9215. **Ansatz zur Projektion undurchsichtiger liegender oder stehender Gegenstände.** D. R. G. M. 253331. Dieser episkopische Ansatz zeichnet sich vor allem durch seine Einfachheit und Handlichkeit aus. Der Umstand, daß zur Projektion undurchsichtiger Gegenstände mit unserem vor einer Reihe von Jahren eingeführten

Mk. Pf.

320 —

Episkop.



9216.

und beliebten Universal-Projektionsapparat (Nr. 2132 p. 303 des Hauptkataloges) nichts nötig ist, als ein einfacher Nebenapparat, welcher den Preis des Gesamtapparates nur wenig erhöht, wird es den meisten Schulen ermöglichen, diesen Projektionsapparat anzuschaffen, der allen Anforderungen genügt. [Fig. 9215 p. 1023 $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] Preis des episkopischen Ansatzes nebst Vorhang

Mk. Pf.

40 —

Als Lichtquelle kann nur Bogenlicht benutzt werden. Am besten ist Gleichstrom. Dabei genügen 15–20 Ampère, um bei einer Schirmentfernung von 2 m ein für Schulzwecke hinreichend helles Bild zu erhalten. Günstiger ist es natürlich, wenn 25 oder 30 Ampère verwendet werden können. Da bei der Projektion undurchsichtiger Körper die Lampe ziemlich weit aus dem Gehäuse herausgezogen werden muß, so kann diese Stromstärke zur episkopischen Projektion ohne Besorgnis verwendet werden. Zu allen andern Projektionsarten empfehlen wir, die Stromstärke nicht über 15 Ampère zu steigern.

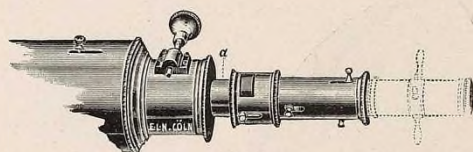
Die meisten Nebenapparate zu unserem Universal-Projektionsapparat werden in den vor den Kondensor zu befestigenden Rohransatz eingesteckt (so z. B. der mikroskopische Ansatz, Blenden, Spalten, die Ansätze für Polarisation, Doppelbrechung usw.). In gleicher Weise wird auch der zur episkopischen Projektion dienende Ansatz in dem Rohransatz befestigt. Die Objektivstange mit dem Objektiv bleibt in derselben Stellung, in der sie sich bei der Projektion von Glasphotogrammen befindet. Der dem Ansatz beigegebene schwarze Vorhang wird, wie aus der Figur ersichtlich, an den Apparat befestigt. Will man einen liegenden Gegenstand projizieren, z. B. eine Zeichnung aus einem Buche, einen Schmetterling usw., so wird das Buch bzw. das Präparat usw. auf den Tisch oder das Stativ, auf den der Projektionsapparat aufgestellt ist, zwischen Kondensor und Objektiv gelegt. Nachdem man die Lichtquelle so weit aus dem Gehäuse herausgezogen hat, dass der beleuchtete Lichtkreis die gewünschte Grösse hat, hat man nur noch nötig, das Objektiv, bezw. den Spiegel so zu verschieben, dass das auf dem Projektionsapparat erscheinende Bild scharf wird.

Um einen stehenden Gegenstand zu projizieren (z. B. ein Präparat in einem Standzylinder), dreht man den episkopischen Ansatz um 90° und stellt das zu projizierende Objekt seitlich von dem Spiegel auf.

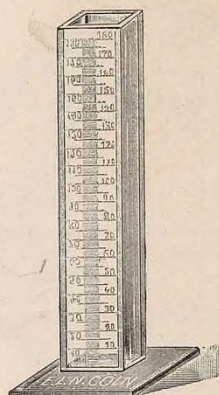
Soll zur Projektion eines Glasphotogrammes oder eines Apparates übergegangen werden, so hat man nur den episkopischen Ansatz zusammen mit dem Rohransatz zu entfernen, eventuell noch den Halter für Glasphotogramme einzusetzen. Der Apparat ist dann zur diaskopischen Projektionsart eingerichtet.

Soll der neue episkopische Ansatz zu einem bereits vorhandenen Universal-Projektionsapparat angebracht werden, so ist Einsendung der Kammer, nebst Objektivstange, Objektiv und totalreflektierendem Prisma erforderlich.

9216. **Polariskopischer Ansatz zu unserem Universal-Projektionsapparat Nr. 2132** p. 303 des Hauptkataloges. Diesen Ansatz, der schon in unserem Hauptkatalog unter Nr. 2178 p. 319 erwähnt ist, haben wir seither dahin vervollkommen, daß sich jetzt auch andere Präparate als die großen Gypsfiguren im parallelen Lichte und unter Verwendung des nachfolgenden Zusatzes auch Präparate in kon-



9217.



9220.

vergentem Lichte sehr lichtstark und groß projizieren lassen. Dieser Ansatz ist daher in Verbindung mit unserem als vorzüglich anerkannten Universal-Projektionsapparat für Demonstrationen über Polarisation in großen Auditorien sehr zu empfehlen. Komplet in Etui aber ohne den Ansatz Nr. 9217 und ohne Präparate. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr. p. 1024]

Dieser Ansatz wird in den Einsatz 1 eingesteckt (siehe Nr. 2133, p. 319 des Hauptkataloges) und der Projektionsapparat so gedreht, dass das austretende Licht senkrecht auf den Schirm fällt. Auf die vordere Metallfassung wird das Nicol'sche Prisma aufgesetzt, nachdem man zuerst die beiden Schutzplatten davon abgeschraubt hat. Zwischen dem Glassatz und der Schraube befinden sich 2 Griffe, die nach aussen gezogen werden können; in die dadurch frei werdende Lücke werden die Präparate eingeschoben, kleine Präparate unter Benutzung einer Holzplatte und eines darin befindlichen Präparatenhalters Nr. 23 (vgl. Versuch 2, p. 317 des Hauptkataloges). Mit Hilfe der seitlichen Schraube stellt man nun die Linsen so ein, dass das Bild auf dem Schirm scharf erscheint. Das Nicol'sche Prisma lässt sich mittels der 4 seitlichen Stifte bequem drehen.

9217. **Ansatz für Projektionen im konvergenten polarisierten Lichte** zu Nr. 9216. Dieser Ansatz gestattet, das Polariskop Nr. 9216 auch zur Demonstration der Achsenbilder z. B. in Gypsblättchen, Gypskeilen, Quarzen etc. zu benutzen. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Das beigegebene kleine Linsensystem wird nach Wegnahme des Nicol'schen Prismas bei a so in die Metallfassung eingesteckt, dass die grössere Linse gegen den Projektionsapparat zugekehrt ist. Dann wird das grössere Linsensystem und auf dieses das Nicol'sche Prisma aufgesteckt. Die Präparate kommen wieder in den federnden Kristallhalter.

Mehrfachen Wünschen, Glasphotogramme vom Format 9:12 cm projizieren zu können, entsprechend, liefern wir unseren Universal-Projektionsapparat auch in grösserer Ausführung und zwar mit Kondensor von 160 mm Durchmesser. Zu diesem grösseren Apparat passen sämtliche Ansätze (mit Ausnahme des Ansatzes 1 und 2, welcher ebenfalls entsprechend grösser sein muss); wir verweisen daher bezüglich der Beschreibung des Apparates 9218 auf die Seiten 303—321 des Hauptkataloges.

9218. **Großser Universal-Projektionsapparat** nebst Prisma und Spiegel zum Aufrichten der Bilder und zur Projektion von in der Horizontalebene durchsichtigen Apparaten
9219. **Ansatz 1 und 2 nebst Schraube 1 dazu** (vgl. Nr. 2133 p. 319 des Hauptkataloges).
9220. **Für Projektion geeignete Mensur** nach Kolbe (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVIII p. 89, 1905). Innenmaße 30:30:205 mm, Skala 0—180 ccm. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
9221. — Innenmaße 25:25:190 mm (Skala 0—100 ccm).

Mk. Pf.

175 —

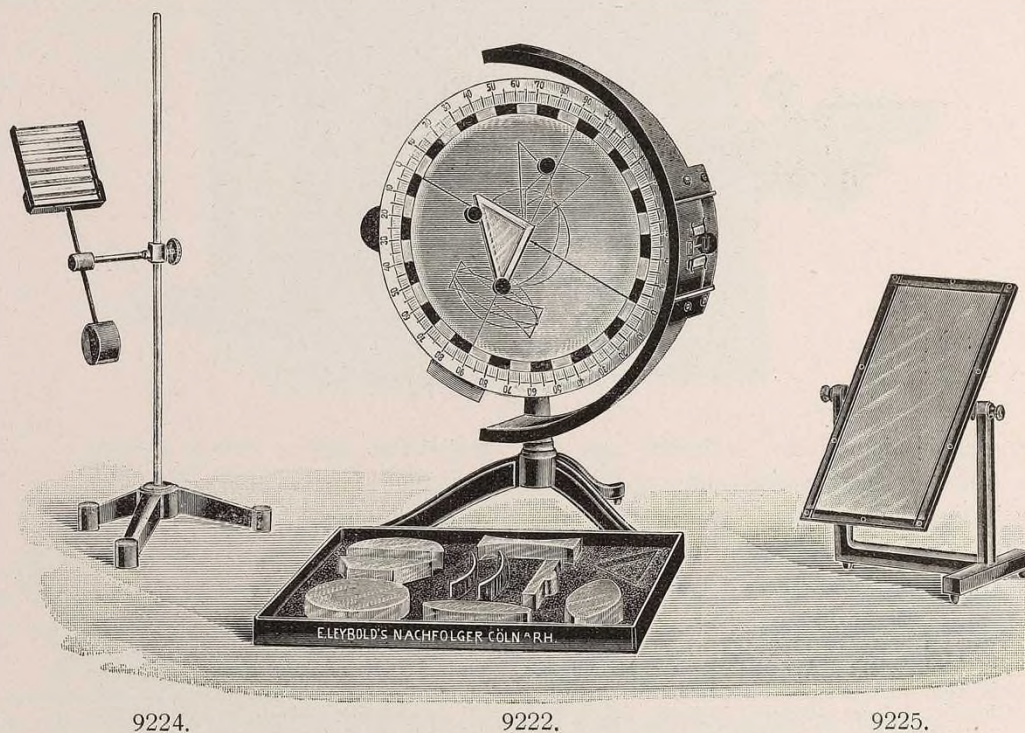
60 —

340 —

50 —

8 —

6 —

Optische
Scheibe.

9224.

9222.

9225.

9222. **Optische Scheibe** nach Hartl (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. IX p. 113, 1896 und X p. 236, 1897). Diese erlaubt die meisten Gesetze der geometrischen Optik in unverdunkeltem Zimmer mit Sonnenlicht oder einem Skioptikon anzustellen. Nebst Planspiegel, Konkav- und Konvexspiegel, massivem Halbzyylinder aus Glas, massivem rechtwinkligem, gleichseitigem Glasprisma, massivem Glasprisma mit parallelepipedischer Grundfläche, Bikonvexlinse, Bikonkavlinse und massivem Glaszylinder in Karton, außerdem mit 2 Spaltblechen und farbigen Gläsern. Figur 9222 zeigt z. B. die Aufstellung des Apparates für die Darstellung der Reflexion an zwei unter 90° aneinander stoßenden Flächen, wobei die beiden reflektierten Strahlen einen Winkel von 180° miteinander bilden. (Anwendung beim Reflexgoniometer.) [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

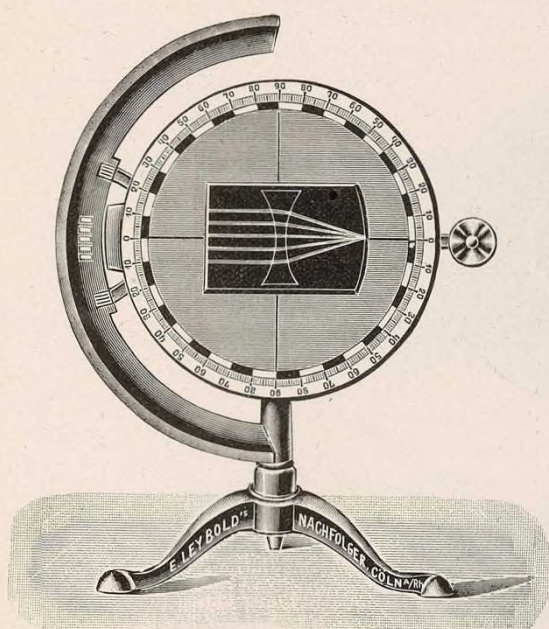
78 —

Zu den Versuchen wird die Scheibe so gestellt, dass der als Blende dienende halbkreisförmige Blechstreifen der Lichtquelle zugekehrt ist. Die rechteckförmige Oeffnung dieser Blende muss von dem Lichtbündel vollständig getroffen werden und das durchgehende Strahlenbündel die Scheibe unter geringem Neigungswinkel streifen. In die Oeffnung setzt man je nach dem anzustellenden Versuche das Spaltblech mit 7 Spalten oder dasjenige mit den 3 Spalten; bei letzterem können einzelne Spalten durch farbige Gläser geschlossen und die entsprechenden Lichtbündel dadurch gefärbt werden. Die verschiedenen Einsätze (Spiegel, Glaskörper) werden mittels der beigegebenen Schrauben in den an der Scheibe vorgezeichneten Lagen befestigt. Um die Lichtstrahlen auf die gewünschte Stelle zu leiten, hat man nur die halbkreisförmige Blende an dem Handgriff, der gleichzeitig als Gegengewicht dient, zu drehen; will man den Einfallswinkel der Strahlen gegen den aufgeschraubten optischen Körper verändern, so dreht man die Scheibe.

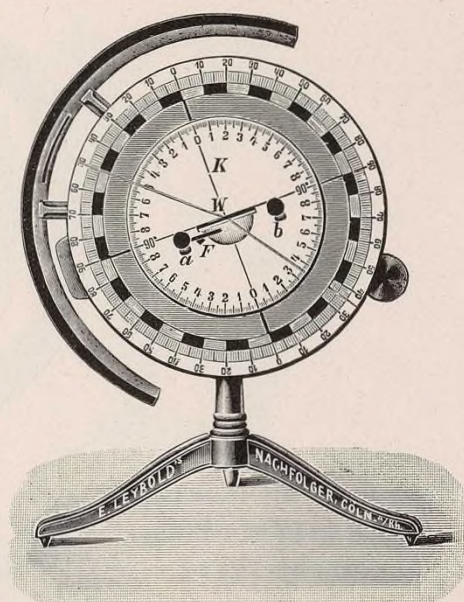
Für alle Versuche mit der optischen Scheibe und für sehr viele andere Versuche eignet sich besonders gut unser Universalstativ Nr. 2582—2585 p. 362 unseres Hauptkataloges, sowie Nr. 9213 und 9214 p. 1022 und 1023 dieses Nachtrages.

9223. — größer und mit entsprechend größeren Nebenteilen

93 —



9222 mit 9226.



9222 mit 9228.

9224. Vorrichtung zur Erzeugung zentraler Strahlenbüschel zu Nr. 9222 und 9223 (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. X p. 236, 1897). In eine Kristallplatte ist ein System von parallelen Zylinderlinsen eingeschiffen; fällt paralleles Licht darauf, so entsteht eine Anzahl zentraler Strahlenbüschel, die von den virtuellen Brennpunkten der konkaven Zylinderlinsen ausgehen. Gehen diese Strahlenbüschel durch einen Spalt, so gehen von diesem Spalt also ebensoviele scharf begrenzte, divergierende Strahlen aus. Auf besonderem Stativ mit Gegengewicht. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr. p. 1026.] Nebst starker Sammellinse und dazu passender Blechblende

Mk. Pf.

25 —

Diese Vorrichtung dient zur Wiederholung der Versuche über Reflexion an einem Planspiegel und an einem sphärischen Spiegel, über Brechung an Linsen etc.; sie wird so vor der Blende aufgestellt, daß ihr Schatten auf die Oeffnung in der Blende fällt und ihre Ebene senkrecht zu den Lichtstrahlen steht. Mit Hilfe der Sammellinse läßt sich die Entstehung eines reellen Linsenbildes zeigen; das beigegebene Diaphragma aus Blech gestattet die Bildpunkte schärfer erscheinen zu lassen. Die Linse kann auch als Augenlinse dienen und läßt sich die Wirkung von Brillengläsern dadurch demonstrieren.

9225. Spiegel zum Zuwerfen des Sonnenlichtes auf den Spalt der optischen Scheibe für den Fall, daß kein Heliostat zur Verfügung steht. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr. p. 1026]

11 —

9226. Vorrichtung zur Umkehrung der Linsenwirkung, bestehend aus Glasplatte mit bikonkavem Ausschnitt; zum Aufschrauben auf die optischen Scheiben Nr. 9222 und 9223. Fällt auf diese bikonkave Luftlinse ein paralleles Strahlenbündel, so sieht man, daß dieselbe als Sammellinse wirkt. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

7 —

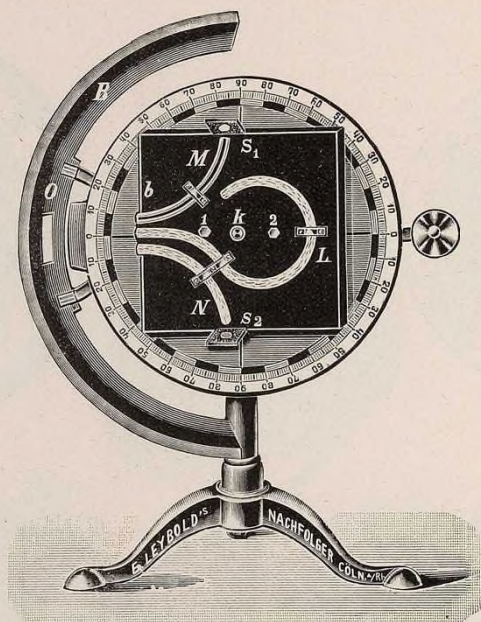
9227. — mit bikonvexem Ausschnitt, als Zerstreuungslinse wirkend

7 —

9228. Kreisscheibe mit 3 Flüssigkeitswannen und Gradeinteilung, zu den optischen Scheiben Nr. 9222 und 9223. Zur Demonstration der Lichtbrechung in verschiedenen Flüssigkeiten. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

25 —

Diese Scheibe *K* wird mit 2 Schrauben *a* und *b* an der optischen Scheibe befestigt. In den halbkreisförmigen Ausschnitt bringt man eine der drei mit Wasser, bzw. Alkohol oder Schwefelkohlenstoff gefüllten, hermetisch verschlossenen Glaswannen *W* und drückt diese durch die Feder *F* fest. Der Strahlengang zeichnet sich dann ohne jegliche Unterbrechung sowohl auf der Scheibe wie in der Flüssigkeit ab.

Optische
Scheibe.

9222 mit 9229.

9229. **Apparat für Totalreflexion in Glasstäben**, passend zu den optischen Scheiben Nr. 9222 und 9223. Dieser Apparat wird, wie es die Figur zeigt, an der optischen Scheibe befestigt und ein paralleles Lichtbündel durch die Oeffnung der Blechscheibe auf die übereinander liegenden Enden der 3 Glasstäbe geworfen. Der mittlere ringförmig gekrümmte Stab *L* und der eine äußere Stab *N*, der wie der vorige eine rauhe Oberfläche hat, leuchten dann ihrer ganzen Länge nach, weil das Licht an vielen Stellen der rauhen Oberfläche austreten kann. Aus der Endfläche dieses Stabes kann kein Licht mehr austreten, es bleibt daher auch das gegenüberliegende Schirmchen *s*₂ dunkel. Dagegen kann aus dem dritten Glasstab *M*, dessen Oberfläche glatt ist, kein Licht seitlich austreten, der Stab bleibt dunkel; das Licht tritt erst aus dessen Endfläche aus und beleuchtet daher das dem Ende dieses Stabes gegenüberstehende Schirmchen *s*₁. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]
9230. — als selbständiger Apparat gebaut, also ohne eine optische Scheibe verwendbar. Auf Stativ und mit Blendschirm. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]
9231. **Polarisationsansatz zur optischen Scheibe Nr. 9222**, bestehend aus der Blechplatte *mq* Fig. 9231, einer Spiegelglasplatte *P*, einem Glassatz *P*₁, einer schwarzen Spiegelglasplatte *A*, einem durchscheinenden Schirm *S*, einem Präparatenhalter *T* und einem Blendschirm. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

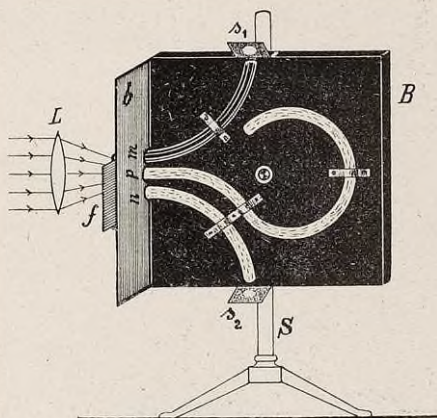
17 —

20 —

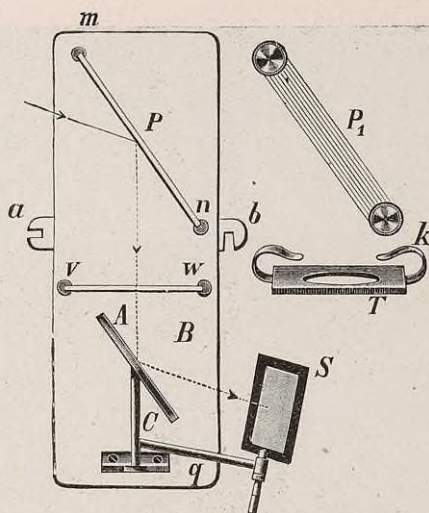
48 —

1. Versuch: Die allseitig gleichmäßige Reflexion des nichtpolarisierten Lichtes: Die Blechplatte *mq* wird mit ihren Ansätzen *a* und *b* und mit Hilfe zweier Schrauben und der beiden zur Befestigung der halbkreisförmigen Glasplatte dienenden Löcher an die optische Scheibe montiert. (Siehe Figur p. 1029.) Ferner wird der als Analysator dienende schwarze Spiegel *A* mit dem Schirme *S* aufgesteckt. Steht die rechteckförmige Platte *mq* mit ihrer Längsseite horizontal, und läßt man durch die Oeffnung des halbkreisförmigen Blechschirmes ein paralleles Strahlenbündel auf den schwarzen Spiegel fallen, so erscheint auf dem Schirme *S* ein elliptischer heller Fleck, der stets die gleiche Helligkeit hat, wie man auch den schwarzen Spiegel drehen mag.

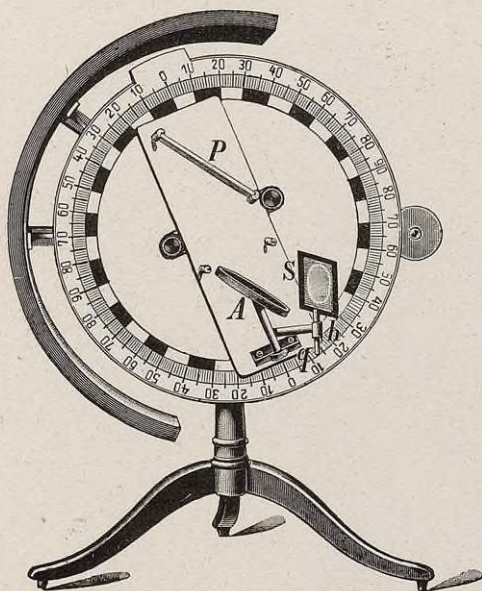
2. Versuch: Polarisation durch Reflexion: Zwischen die Säulchen *m* und *n* wird die Spiegelglasplatte *P* geschoben und die Blende so gedreht, daß das einfallende Strahlenbündel auf die Platte *P* und das von dieser reflektierte Lichtbündel auf die Mitte des Analysators *A* fällt. Wenn man jetzt den Analysator nicht mehr parallel zum Polarisator stellt, sondern ihn um 90° nach vorn dreht, so wird der Fleck dunkler; dieses Dunklerwerden wird noch vollkommener, wenn man dafür sorgt, daß das Licht unter dem



9230.



9231.



9222 mit 9231.

Polarisationswinkel auf den Polarisator auffällt; um dies zu erreichen, braucht man nur die optische Scheibe etwas um ihre horizontale Achse zu drehen. Dreht man den Analysator um weitere 90° , so tritt wieder Helligkeit auf. Bei diesem Versuch ist es nötig, die halbkreisförmige Blechblende durch die beigegebene Blende zu verlängern, um alles fremde Licht von dem Schirme *S* fernzuhalten.

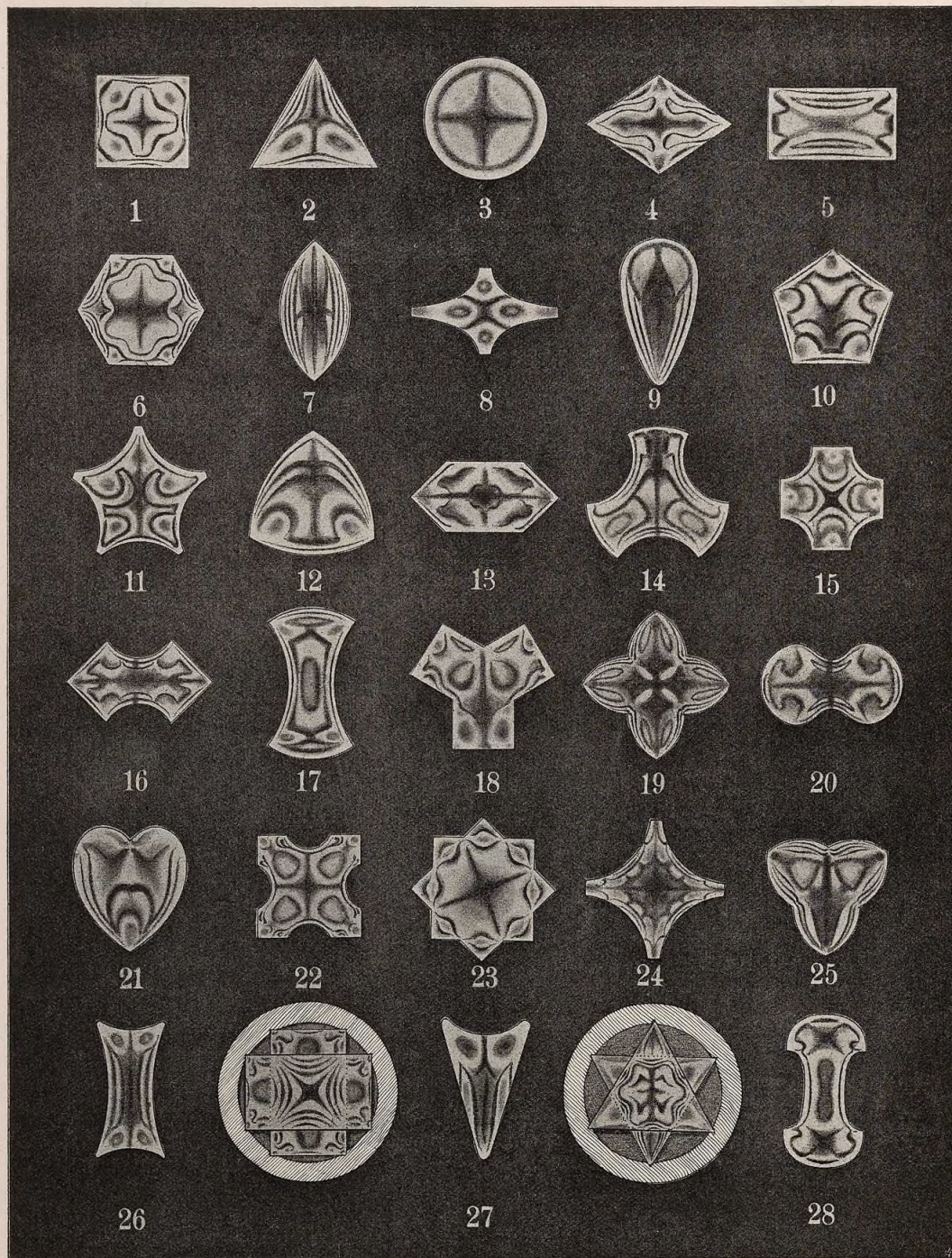
3. Versuch: Polarisation durch Brechung: An Stelle der Platte *P* wird der Glassez *P₁* zwischen die Säulchen *m* und *n* geschoben und die Scheibe wieder in die Stellung wie bei Versuch 1 gedreht, so daß das Licht durch *P₁* auf *A* fällt. Die Versuche werden dann genau wie bei Versuch 2 angestellt.

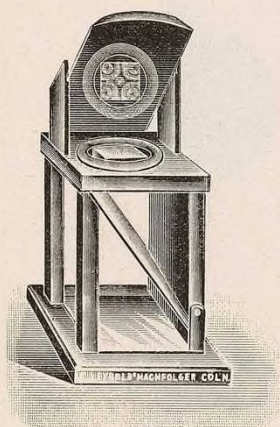
4. Versuch: Interferenzerscheinungen des polarisierten Lichtes: Zwischen die Säulchen *V* und *W* wird der Halter *T* gesteckt und in diesen das betreffende Präparat eingeklemmt. Verfährt man dann wie bei Versuch 2 oder 3, so erscheinen auf dem Schirme *S* die farbigen Interferenzbilder passender Kristallplatten oder schnell gekühlter Gläser. (Als solche sind die Nr. 9234, pag. 1031 zu empfehlen.)

5. Versuch: Interferenzerscheinungen im konvergenten polarisierten Lichte: In den Halter *T* wird eine Sammellinse und unter diese das betreffende einachsige oder zweiachsige Kristall gesteckt.

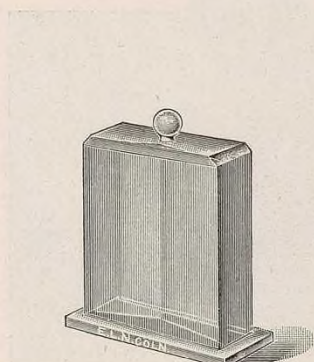
Mk. Pf.

Rasch
gekühlte
Gläser.

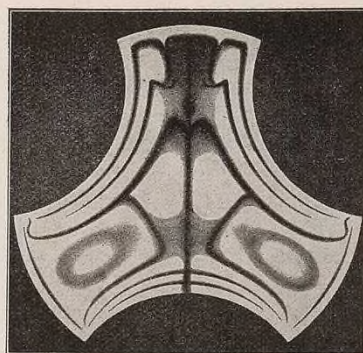




9237.



9238.

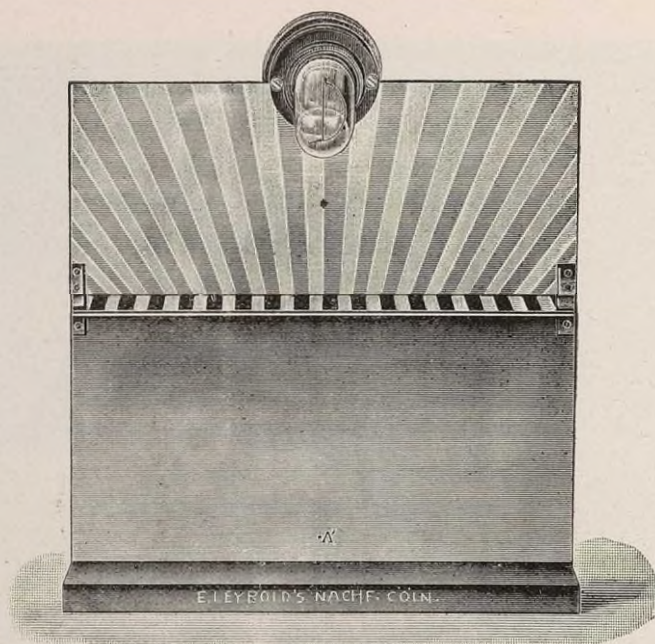


9234 B.

- | | Mk. | Pr. |
|--|-----|-----|
| 9232. Polarisationsansatz, passend zur großen optischen Scheibe Nr. 9223 | 50 | — |
| 9233. Projektionslinse für die Nr. 9231 und 9232. Diese Linse läßt sich an Stelle des Schirmes S an den Polarisationsansätzen anbringen und kann man dann die Interferenzfiguren in vergrößertem Maßstabe auf den Projektionsschirm projizieren | 4 | 50 |
| 9234. Rasch gekühlte Gläser in besonders großer Ausführung und die Erscheinungen der Interferenz an solchen Gläsern hervorragend schön zeigend. In Holzfassung. Bei Bestellung ist außer der Katalognummer auch die Nummer der gewünschten Platte anzugeben (Fig. 9234 A und B) | 3 | 20 |
| 9235. — kleiner, zu Projektionsapparaten passend, die nur kleinere Präparate einzuschieben gestatten. In dieser kleineren Ausführung liefern wir nur die Nummern 1, 2, 3, 4, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 27 | 3 | — |
| 9236. Grundplatten zur Bildung gekreuzter Platten aus 2 rasch gekühlten Gläsern Nr. 9234. Diese Grundplatten sind gleichfalls in Holzfassung, an der Holzfassung sind aber 3 Federn angebracht, zwischen welche eine zweite Holzfassung eingeklemmt und gegen die erste gedreht werden kann. Jede Holzfassung enthält eines der obigen rasch gekühlten Gläser. Als Grundplatten empfehlen wir hauptsächlich die Nummern 1, 2, 5, 7, 13 und 17. Das Stück | 4 | — |
| 9237. Einfacher Polarisationsapparat zur Betrachtung der Erscheinungen an den rasch gekühlten Gläsern Nr. 9234 und 9235. Der Apparat besteht aus Spiegel, Polarisator und Analysator [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] | 8 | 50 |
| Die gekühlten Gläser werden auf die zwischen Polarisator und Analysator sich befindende horizontale Glasplatte gelegt. | | |
| 9238. Doppelprisma nach Winkelmann-Abbe (Ztschr. f. Instr.-Kunde XXII p. 275, 1902; Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XVII p. 289, 1904). Das Fresnel'sche Doppelprisma bildet die eine Seite eines rechteckförmigen, durch Stöpsel verschließbaren Glastroges; die brechende Kante des Glasprismas ist dem Innern des Kastens zugekehrt. [Fig. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.] | 18 | — |

Der Glastrog wird mit Benzol gefüllt. Ein vertikaler Spalt wird auf den Schirm projiziert, die Objektlinse entfernt und das Prisma in einer Entfernung von 15–20 cm vor dem Spalt so aufgestellt, daß die nun auf dem Schirm erscheinende helle Linie in der Mitte des etwas dunkleren Gesichtsfeldes liegt. Durch sorgfältiges Drehen des Spaltes läßt sich erreichen, daß Spalt und brechende Kante genau parallel sind. Die richtige Stellung kontrolliert man am besten dadurch, daß man etwa 30 cm vom Doppelprisma entfernt, eine Visitenkarte oder dergleichen in das Strahlenbündel hält; es müssen dann die Interferenzstreifen scharf abgegrenzt erscheinen. Wenn Spalt und Prismakante nicht genau zueinander parallel sind, erscheinen die Streifen verschwommen. Ist der Spalt nicht zum Drehen eingerichtet, so stellt man das Doppelprisma auf einen beliebigen Adjustiertisch und dreht an dessen Schrauben, bis die Streifen deutlich sind. Wenn dies erreicht ist, erkennt man ohne

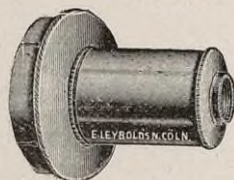
Biegungsbild
im
Mikroskop.



9241.

weiteres auf dem Projektionsschirm die gewünschten Interferenzstreifen. Will man sie noch grösser haben, so daß sie auf mehrere Meter Entfernung sichtbar werden, so stellt man einen beliebigen durchscheinenden oder undurchscheinenden Schirm (z. B. einen Schirm von einer optischen Bank) zwischen Projektionsschirm und Doppelprisma auf, und zwar so, daß dessen Ebene das Strahlenbündel unter einem Winkel von etwa 30° schneidet. Bedeutet δ die Entfernung zweier heller Streifen auf dem Schirm, D die Entfernung des Schirmes vom Prisma, d die Entfernung zweier Spaltbilder, so ist $\lambda = \frac{d + \delta}{D}$. Um d zu messen, bringt man zwischen Doppelprisma und Schirm eine achromatische Linse und stellt diese so, daß auf dem Schirm die beiden Spaltbilder scharf auftreten; die Entfernung dieser Spaltbilder sei $= a$. Jetzt entfernt man den Spaltansatz und bringt an dessen Stelle eine Millimeter-teilung; die Entfernung zweier Teilstriche auf dem Schirm sei $= b$; es ist dann $d = \frac{a}{b}$.

Mk. Pf.

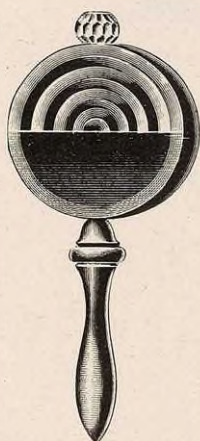


9240.

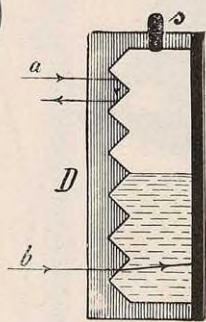
9239. **Vorrichtung zur objektiven Demonstration der Abbe'schen Theorie des Mikroskopes nach Winkelmann (Ann. d. Phys. XIX p. 416, 1906).** Auf Stativ

46 —

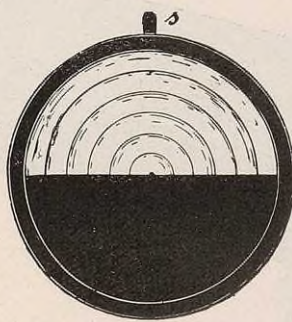
Durch den Kondensor eines Projektionsapparates erzeugt man ein schwach konvergentes, horizontales Strahlenbündel und stellt etwa 15 cm vom Kondensor entfernt, obige Vorrichtung so auf, daß der Blendschirm mit dem Gitter dem Kondensor zugekehrt ist und die Striche des Gitters horizontal bzw. vertikal stehen. Durch Verschieben der kleinen als Objektiv dienenden Linse am anderen Ende der Vorrichtung erzeugt man auf den Projektionsschirm ein scharfes Bild des Gitters. Nun stellt man vor der Linse einen Spalt so auf, daß derselbe zunächst vertikal steht; durch geeignetes Verschieben des Spaltes bzw. der Bogenlampe sorgt man dafür, daß das ganze Bild gleichmäßig hell ist. Ist der Spalt ziemlich weit, so sieht man auf dem Schirm die horizontalen und die vertikalen Striche genau so wie ohne Spalt. Verengt man aber den Spalt, so verschwinden die vertikalen Striche und es bleiben bloß die horizontalen Striche übrig. Dreht man den Spalt so, daß er sich in horizontaler Lage befindet, so erscheinen auf dem Schirm nur noch die vertikalen Striche. Dreht man den Spalt um weitere 45° , so sieht man auf dem Projektionsschirme Striche, die gleichfalls unter 45° zum Horizont geneigt sind, jedoch senkrecht stehen zum Spalt und näher beieinander liegen wie die früheren horizontalen und vertikalen Striche.



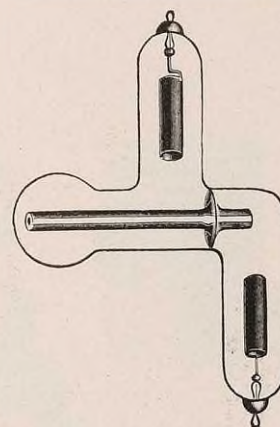
9243 A.



9243 B.



9243 C.



9244.

9240. **Vorrichtung zur objektiven Demonstration der Abbe'schen Theorie des Mikroskopes** passend zu unseren Universal-Projektionsapparaten. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 1032].

Sehr bequem läßt sich obiger Versuch mit unserem Universal-Projektionsapparat Nr. 2132 des Hauptkataloges oder Nr. 9218 p. 1025 dieses Nachtrages anstellen. Der Tubus mit Gitter und Linse wird in Ansatz 1 und 2 gesteckt, die Objektivlinse des Projektionsapparates aus dem Blendschirm herausgeschraubt und in die Fassung dieses Blendschirmes einer der Spalte gesteckt. Im übrigen wird dann wie oben verfahren.

Will man die Lage des Spaltes projizieren, so entfernt man die Gittervorrichtung und setzt in passender Entfernung die Objektivlinse vor den Spalt.

9241. **Spiegelungsapparat** nach Rosenberg (Kleiber-Scheffler, Physik für die Oberstufe, Fig. 536 p. 371, vgl. auch Rosenberg, Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XIII p. 221, 1900). Mit Glühlampe. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Das von der Glühlampe ausgehende Licht fällt auf den Glasstreifen, dessen Fläche zentimeterweise silberbelegt bzw. geschwärzt ist. Das reflektierte Licht zeichnet sich auf der weißen Wand des Apparates durch helle Streifen deutlich ab. Verlängert man durch Anlegen eines schwarzen Fadens, den man hinter dem Glasstreifen durchgezogen hat, die Grenzlinien der hellen Streifen nach unten, so findet man, daß diese sich in einem Punkte A' schneiden, der genau so weit unterhalb des Glasstreifens liegt, wie die Lampe sich über diesem befindet.

9242. — ohne Glühlampe. Man stellt neben dem Apparat eine beliebige Lichtquelle auf

9243. **Glasdose für Totalreflexion** nach Hartl, mit Griff. [Fig. A $\frac{1}{3}$ nat. Gr.; Fig. B zeigt den Durchschnitt, Fig. C die Vorderansicht $\frac{1}{2}$ nat. Gr.]

Nachdem man die Glasdose durch die Oeffnung bei s zur Hälfte mit Wasser gefüllt hat, hält man sie so vor sich, daß der mit kreisförmigen Rippen versehene Deckel vorn ist; die obere mit Luft gefüllte Hälfte der Dose erscheint dann silberglänzend, weil die Strahlen an der innern Deckelfläche total reflektiert werden; die untere Hälfte, in der keine Totalreflexion stattfindet, die Strahlen also durch das Wasser hindurchgehen und an der dunklen Rückwand P absorbiert werden, erscheint dunkel. Man hat den Eindruck, als sei die Dose halb mit schwarzer Tinte gefüllt, während sich doch klares Wasser darin befindet, wovon man sich durch einen Blick von der Seite in die Dose überzeugt.

Blickt man durch die Dose nach dem heitern Himmel, so erscheint die untere Hälfte dunkelblau (Farbe der Glasplatte P), die obere Hälfte silberglänzend. Dreht man dann die Dose um ihre vertikale Achse, so daß jetzt die dunkle Platte P dem Beobachter zugekehrt ist, so ändert sich in der Färbung der unteren Hälfte nichts, die obere Hälfte erscheint aber dunkel, da das auf die Deckelplatte D auftreffende Licht großen Teils absorbiert wird.

9244. **Spektralröhre**, neue Form, D. R. G. M. und Patent in England, ausgezeichnet durch mit allen anderen Röhrenformen unerreichte Schärfe und Lichtstärke des Spektrums. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.] Gefüllt mit einem der folgenden Gase: O, H, N, CO, CO₂, Cl, HCl, H₂O, H₂S, NH₃, Br, J, Cy, HCy, NO, N₂O, NO₂, SO₂, SnCl₄, SiF₄, S, Se, Hg, Hg₂S etc.

9245. — mit Argon

Diese Röhren müssen zuerst direkt an den Induktionsapparat angeschlossen werden, sodann muß eine Funkenstrecke dazwischen und eine Leydenerflasche parallel geschaltet werden.

Mk. Pf.

42 —

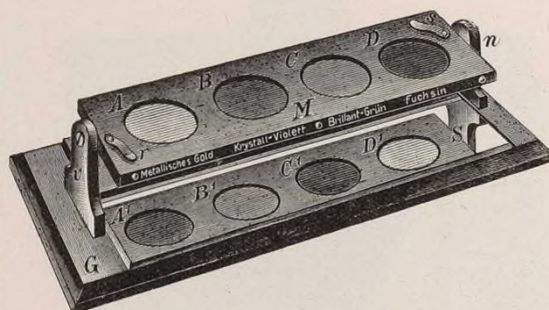
26 —

18 —

6 —

9 —

15 —

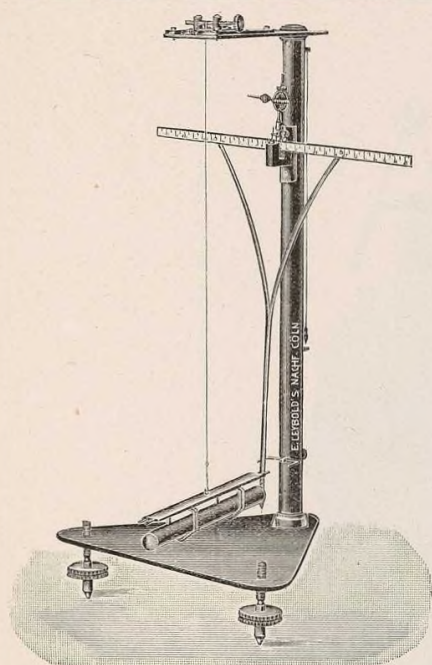


9252.

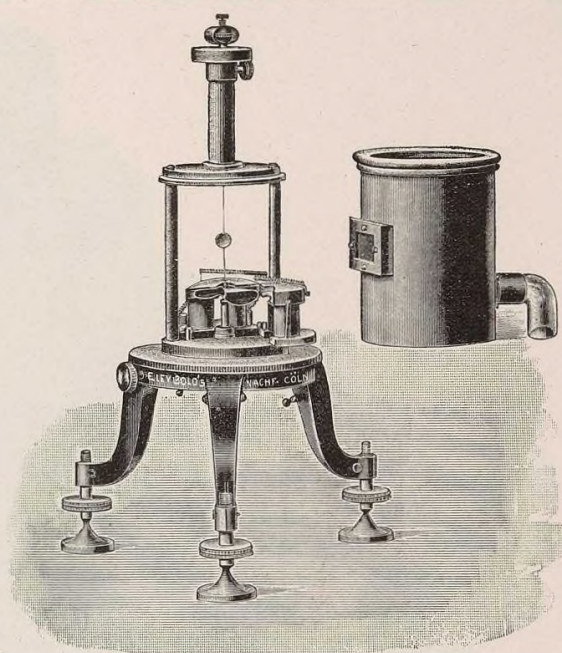
9246. **Spektralröhre** mit Helium, ganz besonders zur Wellenlängeneichung von Spektralapparaten geeignet
9247. — mit einem Gemisch von Argon und Helium zu gleichen Teilen. Schaltet man diese Röhre direkt an das Induktorium, so erhält man das reine Argonspektrum, schaltet man aber eine Funkenstrecke dazwischen und eine Leydenerflasche parallel, so wird das Heliumspektrum sichtbar
9248. — mit Neon. Dieses Gas befindet sich in diesen Röhren unter einem Drucke von 3–4 mm und gibt daher ein ganz brillantes Spektrum. Werden diese Röhren mit einem schwachen Strome betrieben, so ist ein Verschwinden des Neons nicht zu befürchten
9249. — mit Krypton, zwei verschiedene Spektren erzeugend, je nachdem eine Leydener Flaschen-Batterie parallel geschaltet wird oder nicht
9250. — mit Xenon, ebenfalls zwei verschiedene Spektren gebend. Mit besonderer Elektrodevorrichtung (D. R. G. M.), um die leichte Zerstörbarkeit durch das Sprühen der Elektroden zu vermeiden
9251. **Stativ** zu den Röhren Nr. 9244–9250, zum exakten Einstellen der Kapillare vor dem Spalt. In vertikaler und in horizontaler Richtung fein verstellbar
9252. **Vorrichtung für Oberflächenfarben** nach Hartl, um die Verschiedenheit der Farben dünner Metallplättchen und gewisser Farbstoffe im reflektierten bzw. durchgehenden Licht zu zeigen. In dem oberen Brettchen liegen 4 Glasplättchen *A, B, C, D*, welche mit Mattgold, Krystall-Violett, Brillant-Grün und Fuchsin belegt sind. Der Beobachter sieht dieselben im auffallenden Lichte in den Farben: goldgelb, goldgrün, kupferrot und messinggelb. Gleichzeitig sieht er sie aber auch über die 4 Spiegel *A', B', C', D'* im durchgehenden Lichte und zwar in den Farben: grüngrau, violett, smaragdgrün und rot. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
- Die zum Schutze der Substanzen auf die Platte *M* gelegte, durch die Federn *r* und *s* gehaltene Pappscheibe wird entfernt, die Spiegelglasplatte *S* auf das Grundbrett *G* in die dafür passende Vertiefung gelegt und nun von oben schräg gegen den von Tageslicht beleuchteten Apparat gesehen. Bringt man die Platte *M* durch Neigen in eine solche (beinah horizontale) Stellung, daß z. B. das Brillantgrün kupferrot erscheint, so sieht man gleichzeitig die 4 oben genannten Farbenpaare. Nach Gebrauch ist die Schutzplatte wieder auf *M* aufzulegen.
9253. **Ophthalmometer** zur Messung kleiner Abstände nach Helmholtz (Kohlrausch, Lehrb. der prakt. Physik X. Aufl. p. 100, 1905). Bestehend aus Fernrohr mit Feder und Trieb auf Stativ mit Dreifuß und Stellschrauben und aus Ophthalmometerkopf mit Teilkreisen

Mk.	Pf.
15	—
15	—
85	—
85	—
95	—
38	—
6	—
450	—

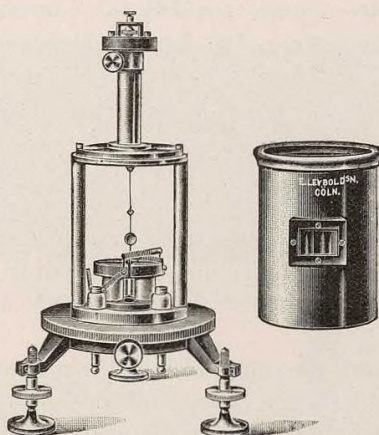
Polwage,
Quadranten-
Elektrometer.



9255.



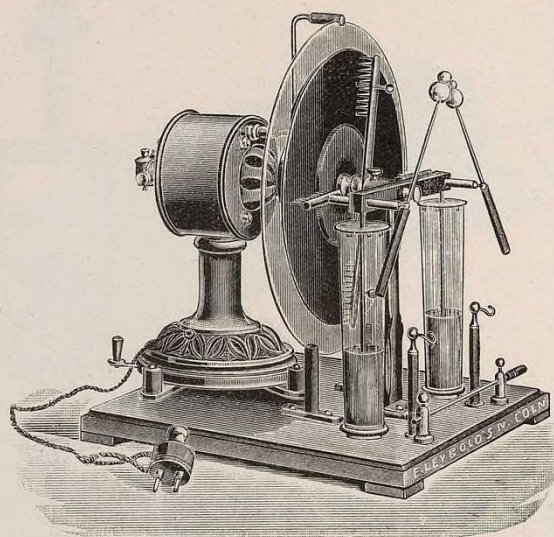
9258.



9256.

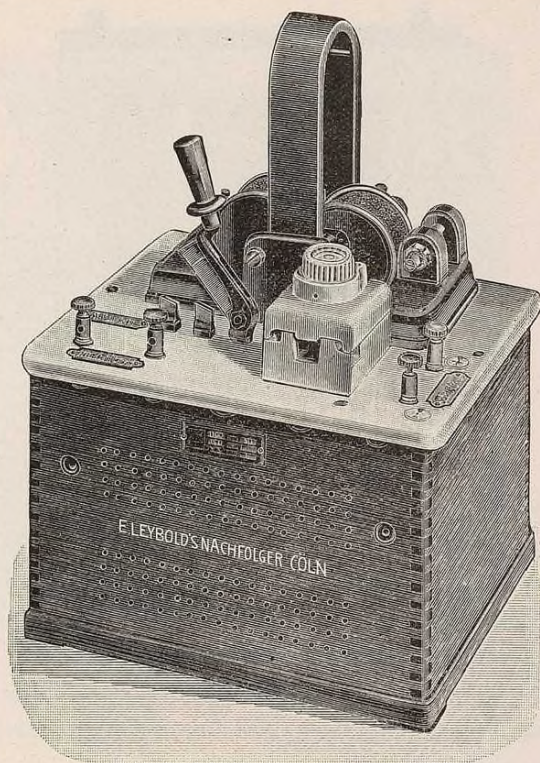
	Mk.	Pl.
9254. Spiegelapparat dazu nach Woinoo	110	—
9255. Polwage zur Bestimmung des magnetischen Momentes eines Magnetstabes und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus nach Kleiber-Noack (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XII p. 79, 1899 und XV p. 194, 1902; Noack, Aufgaben für physik. Schülerübungen, p. 99, Berlin, Springer 1905). Neue Form. Nebst 3 Reitern von 10, 50 und 100 Dyn. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]	75	—
9256. Quadranten-Elektrometer nach Dolezalek-Nernst. Neueste Ausführung. Mit Quarzfaden und Ambroidisolation (Ztschr. f. Instrumentenkunde XXI, p. 345, 1901). [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]	170	—
9257. — mit Bernsteinisolation	185	—
9258. — mit Zuleitung von unten nach Wien. Um das etwas umständliche Leitendmachen des Quarzfadens zu umgehen und dem Uebelstand abzuhelpen, daß das		

Influenz-
Elektrisir-
maschine.

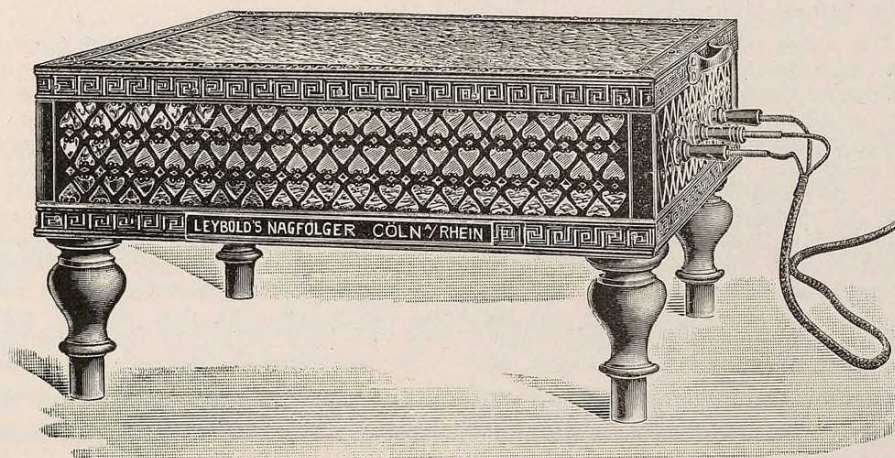


9259.

	Mk.	Pf.
Instrument beim Gebrauche solcher leitend gemachten Quarzfäden in seinem Innern nicht ganz getrocknet werden darf, ist dieses Instrument so eingerichtet, daß die Ladung von unten geschehen kann. Zum Trocknen des Instrumentes dient die am Metallmantel seitlich angebrachte Glasröhre, in welche einige Stückchen Natrium gelegt werden. Das Instrument ist so eingerichtet, daß die Nadel außerdem durch den Quarzfaden geladen werden kann. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr. p. 1035]	240	—
9259. Influenzelektrisiermaschine mit Elektromotor zum direkten Anschluß an ein Starkstromnetz (Gleichstrom; Angabe der Spannung bei Bestellung notwendig). System Holtz. Durchmesser der rotierenden Scheibe 260 mm. Diese Maschine ist nicht selbsterregend, ihre Leistung ist aber eine vorzügliche. Zum Erregen genügt es, die beigegebene Hartgummiplatte mit einem Fuchsschwanz zu reiben und sie bei rotierender Scheibe hinter den Papierbelag zu halten. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]	110	—
9260. — selbsterregend. Die Leistung dieser Maschine bleibt etwas hinter derjenigen der vorigen zurück	115	—
9261. — wie Nr. 9259, jedoch zum Anschluß an Wechselstrom (bei Bestellung Angabe der Spannung und der Polwechselzahl notwendig)	130	—
9262. — wie Nr. 9260, jedoch zum Anschluß an Wechselstrom (bei Bestellung Angabe der Spannung und der Polwechselzahl notwendig)	135	—
9263. Ein Paar selbsterregende Scheiben zu den Maschinen Nr. 9259 und 9261, um diese auch als selbsterregende Maschinen verwenden zu können	13	50
9264. Elektrische Heizvorrichtung zum Anwärmen elektrostatischer Apparate. Zum Anschluß an die Starkstromleitung. Diese Heizvorrichtung ist sehr bequem, wenn im Experimentiertisch eine solche nicht vorgesehen ist, ferner im Schülerlaboratorium, im Vorbereitungszimmer etc. Im Innern des rechteckförmigen Kastens befinden sich Glimmer-Widerstände, durch welche ein warmer aufsteigender Luftstrom entsteht, welcher auf die Heizvorrichtung gestellte Elektroskope, Reibzeuge und dergleichen gut austrocknet. Der Anschluß geschieht von aussen durch ein Kabel, welches einerseits an eine Steckdose am Schaltbrett oder an der Wand, anderseits an drei Stecker auf der einen Schmalseite der Heizvorrichtung gesteckt werden. Mit Handgriffen. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.] Zum Anschluß an 110 Volt Gleich- oder Wechselstrom	110	—



9266.



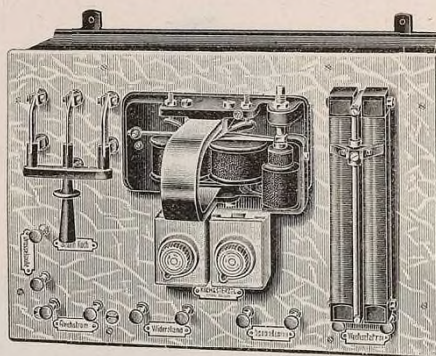
9264.

Das eine Kabel hat 2 schwarze Kabelenden, das andere ist rot markiert. Stöpselt man das rote Kabel in der Mitte, die beiden schwarzen seitlich, so erzeugt der Widerstand die stärkste Hitze; steckt man wieder rot in der Mitte aber bloß ein seitliches Kabel, so entsteht bloß mäßige Hitze; steckt man endlich rot links und ein schwarzes Kabel rechts, in der Mitte aber gar nicht, so wird nur geringe Hitze erzeugt; letztere Schaltung ist hauptsächlich zum Heizen auf längere Dauer, während der Nacht usw. zu empfehlen.

9265. Elektrische Heizvorrichtung zum Anschluß an 220 Volt Gleich- oder Wechselstrom
 9266. Wechselstrom-Gleichrichter zum Laden von Akkumulatoren mit städtischem Wechselstrom oder Drehstrom; System Koch; zum Laden von 8 hintereinander geschalteten Zellen mit einer höchsten Spannung von 20 Volt; maximale Ladestromstärke 8 Ampère. Bei diesen Apparaten schwingt ein mittelst eines starken permanenten Magneten polarisierter Anker synchron zur Wechselstromspannung und zwar unter dem Einflusse von wechselstromdurchflossenen Spulen. Dieser

Mk. Pf.

120 —

Wechselstrom-
Gleichrichter.

9268—9270.

Anker schwingt um eine vertikale Achse zwischen 2 Anschlagsschrauben, von denen die eine, die stromführende, isoliert ist und einen Stromschlußkontakt trägt. Diese Schwingungen des Ankers werden durch einen der Netzspannung voreilenden Erregerstrom derart reguliert, daß die Ankerzunge innerhalb jeder Periode während des ersten Wechsels an dem Stromschlußkontakt, während des zweiten Wechsels an dem gegenüberstehenden Anschlag anliegt. Somit bleibt der im ersten Wechsel geschlossene Strom im zweiten Wechsel unterbrochen, es werden also nur Spannungsüberschüsse gleichnamiger (positiver) Wechsel zur Zellenladung benutzt. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr. p. 1037]

Bei Bestellung ist die Spannung und die Polwechselzahl des zur Verfügung stehenden Stromes anzugeben.

Die beiden mit „Wechselstrom“ bezeichneten Klemmen werden an die Wechselstromleitung angeschlossen. Die mit + bezeichnete Klemme wird mit dem positiven Pole der zu ladenden Akkumulatoren-Batterie verbunden. Der negative Pol der Batterie wird unter Zwischenschaltung eines passenden Widerstandes und eines Ampèremeters mit der — bezeichneten Klemme des Gleichrichters verbunden. Sobald der Ausschalter auf dem Gleichrichter geschlossen wird, hört man das Summen des schwingenden Ankers und die Ladung beginnt. Bei normalem Betriebe tritt an der Kontaktstelle des Ankers fast keine Funkenbildung auf. Sollten bei Fehlern im Betrieb sich einmal Funken zeigen, so schraubt man den mit Platinkontakt versehenen Kontakt heraus und glättet denselben sorgfältig mittelst einer feinen Feile. Dann schraubt man ihn wieder an seine Stelle und bringt ihn in richtige Entfernung von dem Anker, indem man die beigegebenen Kupferbleche zwischen die Kontakte schiebt und den Kontakt bis zur Berührung einschraubt. An dem anderen, nicht platinieren Kontakt darf nicht geschraubt werden. Von Zeit zu Zeit ist die Achse des schwingenden Ankers mit feinem Öl zu ölen.

9267. Wechselstrom-Gleichrichter für die gleiche Leistung, jedoch mit Volt- und Ampèremeter, Transformator und Regulierwiderstand auf derselben an der Wand zu befestigenden Marmortafel
— für höhere Zellenspannungen, zum Aufstellen auf den Tisch oder zum Anhängen an die Wand eingerichtet. Maximale Ladestromstärke 15 Ampère. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Nr.	9268.	9269.	9270.
Zellenzahl	16	21	32
höchste Zellenspannung	40	60	80 Volt
Mark	330,—	330,—	330,—.

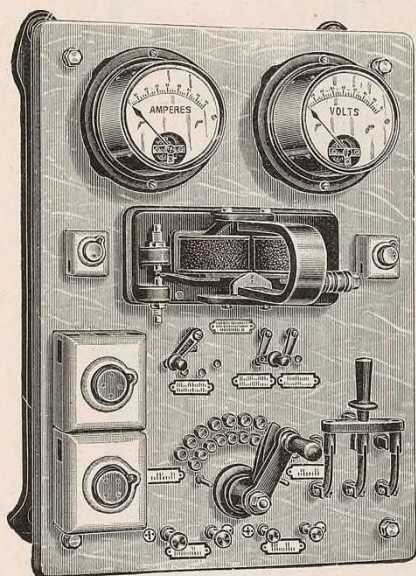
— mit Voltmeter, Ampèremeter und Stromregulator auf derselben an der Wand zu befestigenden Marmortafel. Maximale Ladestromstärke 15 Ampère. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 1039.]

Nr.	9271.	9272.
Zellenzahl	21	32
höchste Zellenspannung	60	80 Volt
Mark	530,—	525,—.

Mk. Pf.

170 —

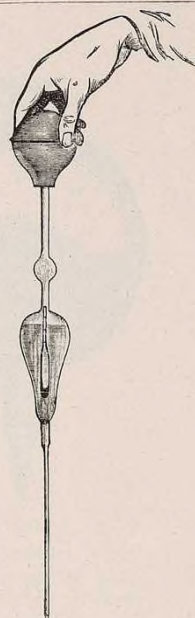
400 —



9271/9272.



9274.



9273.

Polanzeiger.
Voltmesser.

9273. Aräometer zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Schwefelsäure in Akkumulatoren. Nebst Pipette mit Saugvorrichtung. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Da es bei den kleineren Akkumulatorenzellen oft nicht möglich ist, ein gewöhnliches Aräometer einzusenken und in der Säure schwimmen zu lassen, wird bloss obige Pipette, in deren erweitertem Teile die Aräometerspindel sich befindet, bis unter das Niveau der Säure eingetaucht und durch Zusammendrücken und Wiederfreigeben des Gummiballes Säure in die Erweiterung emporgesaugt; die Spindel schwimmt dann in dieser Säure und gestattet, das spezifische Gewicht direkt abzulesen. Die Pipette läßt sich auch mit Vorteil zum Nachfüllen der Zellen sowie auch zu eventuellem Absaugen zuviel eingefüllter Säure verwenden.

9274. Polanzeiger in Taschenuhrform, zum Untersuchen, welches der positive und welches der negative Pol einer Stromquelle ist; mit 2 Meßbereichen, 1—10 Volt und 30—250 Volt. Dieses Instrument dient denselben Zwecken wie das Reagenz-papier (Nr. 5728 und 5729 p. 616 unseres Hauptkatalogs) und wie der Polsucher (Nr. 5730); es hat den Vorteil, daß keine Flüssigkeit zur Verwendung kommt. Sein wesentlichster Bestandteil ist eine Aluminium-Trommel, welche vom zu untersuchenden Strome durchflossen wird und sich um ihre Längsachse in einem konstanten magnetischen Felde dreht. Auf der Trommel sind die beiden Zeichen + und - eingraviert und es erscheint jedesmal dasjenige Vorzeichen, welches dem mit der unteren Spitze in Berührung gebrachten Pole entspricht. [Fig. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.]

In Etui

Hat die Stromquelle eine Spannung, die geringer ist als 10 Volt, so benützt man die an dem beweglichen Kabel befestigte und die untere Kontaktspitze; ist sie größer als 10 Volt, so setzt man statt der unteren die seitliche Kontaktspitze auf.

9275. — mit den Meßbereichen 1—10 Volt und 10—130 Volt. In Etui
 9276. — mit nur einem Meßbereiche, nämlich 1—10 Volt. In Etui
 9277. — mit dem Meßbereiche 10—130 Volt. In Etui
 9278. — mit dem Meßbereiche 30—250 Volt. In Etui
 9279. Aperiodisches Taschenvoltmeter, 0—3 Volt in $\frac{1}{10}$ geteilt, speziell zum Messen der Spannung von Akkumulatorenzellen. Dieses Instrument ist nach dem System Deprez-D'Arsonval gebaut und hat vor dem in unserem Kataloge unter Nr. 5460 p. 592 aufgeführten den Vorteil, daß sich der Zeiger sofort einstellt, die Messung daher viel genauer und viel rascher vor sich geht. [Fig. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. p. 1040.] In Etui

Für andere Spannungen Preis auf gefl. Anfrage.

Mk. Pf.

3 —

25 —

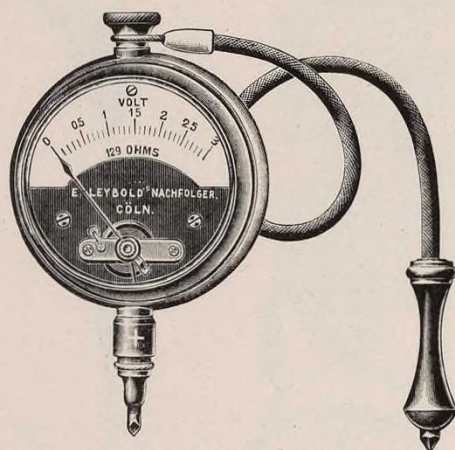
23 —

17 —

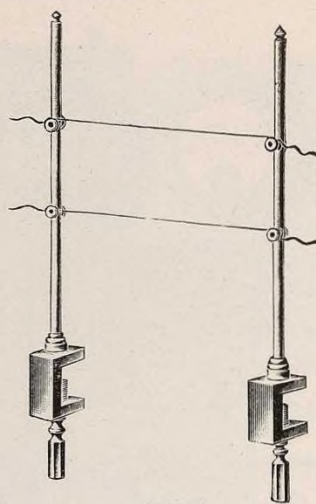
20 —

23 —

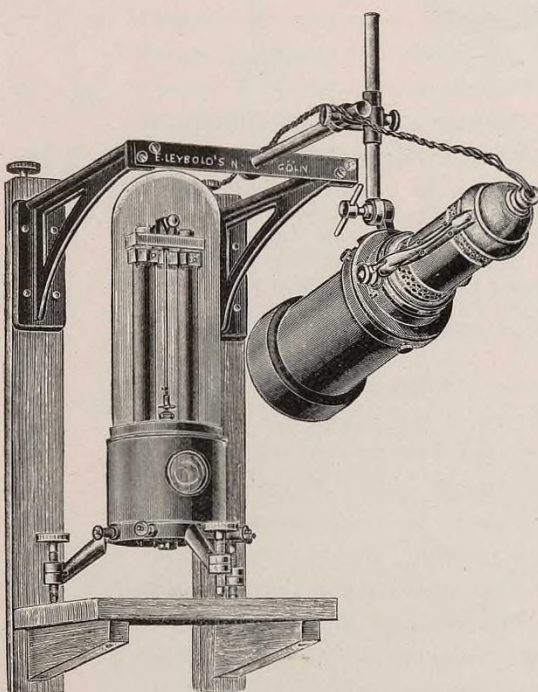
34 —

Galvano-
meter.

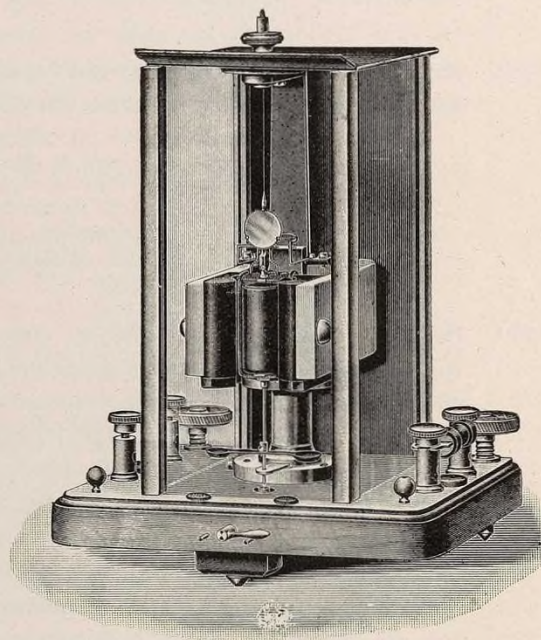
9279. Siehe p. 1039.



9280.



9283 mit 9285 und 9286.

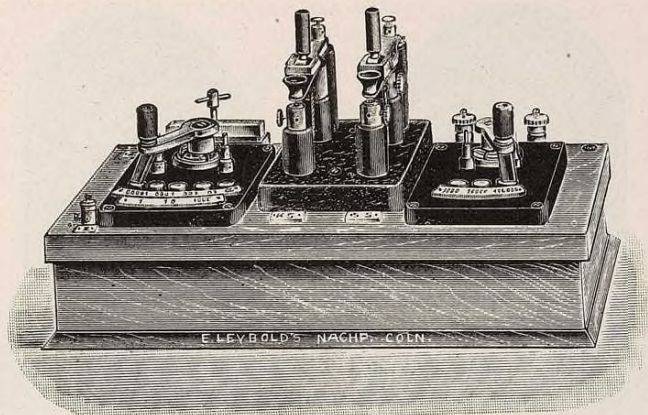


9281.

9280. **Stativ mit Isolierrollen und Schraubzwinge** zum Befestigen an einem Tisch, einer Schulbank oder dergl. Diese Stative sind oft bequem, wenn man lange elektrische Leitungen nötig hat, wie z. B. bei der Demonstration des Telegraphen, des Telephons etc. Der Draht braucht um die Isolierrollen nur einmal herumgewickelt zu werden. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.] Das Stück
9281. **Drehspul-Spiegelgalvanometer** (System Deprez-D'Arsonval) für Demonstrationszwecke. Mit 2 Spulen von 100 bzw. 5 Ohm Widerstand; Empfindlichkeit: 1 mm Ausschlag = 4×10^{-9} bzw. = 3×10^{-8} Ampère bei 1 m Skalenabstand [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]

Die feinere Wicklung steht mit den beiden Klemmen rechts, die gröbere mit den beiden Klemmen links in Verbindung. Benutzt man die feinere Wicklung, so werden die beiden Klemmen links direkt kurz geschlossen, oder sie werden mit einem Ausschalter am Experimentiertisch verbunden und dienen so zur Dämpfung. Dem Instrumente sind

Mk.	Pf.
7	50
180	—



9284.

2 kleine Kugeln beigegeben, welche in die beiden Pfannen unterhalb der Drahtspulen gelegt werden können; dadurch wird das Trägheitsmoment vermehrt und das Galvanometer kann als ballistisches Galvanometer Verwendung finden. Zur Arretierung des beweglichen Systems dient der Hebel an der vorderen Kante des Instrumentes.

9282. **Nebenschluß-Reostat** dazu. Durch eine Kurbel läßt sich die Empfindlichkeit der feineren Wicklung auf $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$ reduzieren. 80 —

9283. **Universal-Demonstrations Spiegel-Galvanometer** (System Deprez-D'Arsonval). Mit 2 Wicklungen, einer feinen für Induktionsströme (Widerstand ca. 225 Ω und einer dicken für Thermostrome (Widerstand ca. 4 Ω), Empfindlichkeit 1 mm = $1 \cdot 10^{-9}$ Amp. bei 1 m Skalenabstand. Dieses Instrument ist vollkommen unbeeinflusst durch äußere magnetische Einflüsse, Starkstromleitungen usw. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] 265 —

Zur Vermehrung des Trägheitsmomentes, d. h. für die Fälle, wo das Instrument als Schwingungs-Galvanometer mit langer Schwingungsdauer gebraucht werden soll, dienen die beiden beigegebenen Gewichte, welche auf die beiden, über dem Spulenrähmchen befindlichen horizontalen Stifte geschoben werden (Kapazitätsmessungen usw.). Die beiden rechteckig gebogenen Silberdrähte werden in die Haken an dem Elfenbeinrähmchen angehängt und dienen zum Dämpfen der Schwingungen bei Isolationsmessungen und dergleichen.

9284. **Universal-Schaltapparat** zum Variieren der Empfindlichkeit bei Gebrauch der feinen Wicklung des Galvanometers Nr. 9283, sowie zur Dämpfung der Schwingungen [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] 180 —

Dieser Schaltapparat hat seinen Platz auf dem Experimentiertisch; die beiden Klemmen links werden mit dem Galvanometer, die beiden Klemmen rechts mit der Stromquelle verbunden. Durch einen Stöpselwiderstand (auf der Fig. hinten links) wird der Widerstand des Galvanometers und der Zuleitung auf genau 1000 Ω ergänzt. Steht die rechte Kurbel auf 1000, so wird durch die Kurbel links der Widerstand auf 0,1, 0,01, 0,001, 0,0001 heruntergedrückt. Bei Gebrauch des Instrumentes als Voltmeter drückt die linke Kurbel (falls die Kurbel rechts auf 1000 steht), den Widerstand des Apparates auf 0,1, 1, 10, 100 Ohm herunter. Steht die Kurbel links auf ∞ , so kann man durch die Kurbel rechts den Widerstand des Galvanometers auf 10000 bzw. auf 100000 Ohm ergänzen. SS dient zum momentanen oder dauernden Schließen des zu messenden Stromes. Wird KS geschlossen, so stellt sich die Nadel des Galvanometers rasch auf 0 ein.

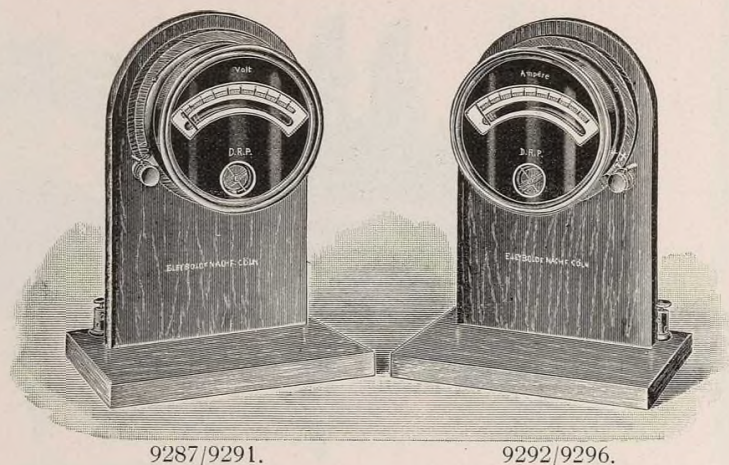
9285. **Wandkonsole** zu Nr. 9283. Aus Holz und Messing. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] 30 —

9286. **Projektions-Nernstlampe** dazu mit Spalt. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] 60 —

Bei Bestellung ist Angabe der Stromart und der Spannung erforderlich.

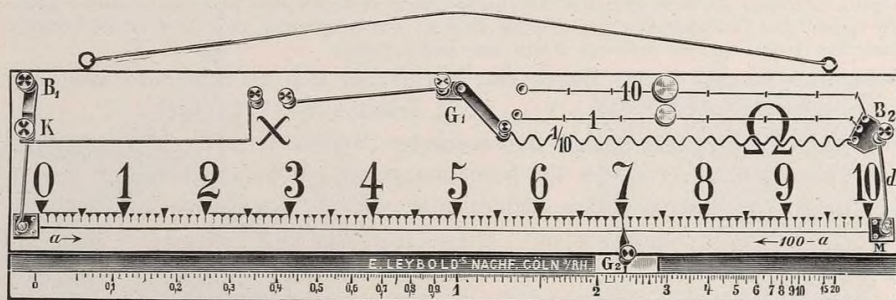
Ampèremeter auf Stativ. Dieses sowie das nachfolgende Instrument können auf jedem Tische aufgestellt werden und ermöglichen dem Schüler Stromstärken und Spannungen genau abzulesen, die er an den an der Schalttafel befestigten Apparaten nicht mit der nötigen Genauigkeit beobachten kann. Es werden daher für diesen Zweck meistens Präzisionsinstrumente gewählt; doch montieren wir auf Wunsch auch jedes andere Instrument in derselben Weise. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]
Preis mit Präzisionsampèremeter siehe nächste Seite.

Volt- und
Ampère-
meter.



9287/9291.

9292/9296.



9297.

Nr.	9287.	9288.	9289.	9290.	9291.
Meßbereich	0—1	0—5	0—10	0—20	0—50 Amp.
Teilungen	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$ „
Mark	114,—	114,—	114,—	114,—	125,—.

Voltmeter auf Stativ. In der Ausführung genau dem vorigen entsprechend.
Preis mit Präzisionsvoltmeter. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]

Nr.	9292.	9293.	9294.	9295.	9296.
Meßbereich	3	10	15	25	50 Volt
Teilungen	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$ „
Mark	114,—	114,—	114,—	114,—	125,—.

9297. **Schulmeßbrücke** nach B. Kolbe (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. 1907, II. Heft). Dieser nach dem Prinzip der Kohlrausch'schen Meßbrücke konstruierte Schulapparat ist sehr übersichtlich angeordnet und daher sehr bequem beim Gebrauch und für praktische Schülerübungen besonders geeignet. Auf gemeinsamem Grundbrette, das auch zum Aufhängen an der Wand eingerichtet ist, sind der Gleitkontakt mit Schieber G_2 , sowie 3 Vergleichswiderstände von $\frac{1}{10}$, 1 und 10 Ohm, 1 Umschalter G_1 , 1 Ausschalter K , die nötigen Klemmen, eine 100teilige, weithin sichtbare Skala und eine das Verhältnis der Teillängen direkt angegebende Gebrauchsskala montiert. Die Klemmen sind verschiedenfarbig markiert und so eingerichtet, daß jeder einzelne Leitungsdraht durch eine besondere Preßklemme befestigt werden kann. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

I. Verbindungen: Man verbindet die schwarzen Pressklemmen B_1 und B_2 mit der Batterie (siehe bei II), die gelb lackierten Klemmen G_1 und G_2 mit dem Galvanometer und den zu prüfenden Draht mit den vernickelten Klemmen bei X. Durch die Kurbel (bei G_1) können die Brückenwiderstände ($\frac{1}{10}$, 1 und 10 Ohm) eingestellt werden.

Beim Gebrauche drückt man auf den Knopf der Kontaktfeder K , wodurch der Strom geschlossen wird. Verschiebt man nun den Gleitkontakt, so findet man, bei richtig gewähltem Brückenwiderstande, eine Stellung, wo das Galvanometer stromlos ist (Nullmethode). Bezeichnet man den an der hundertteiligen Skala abgelesenen Wert mit a , so ist

$$x: \Omega = a: (100-a); \text{ also } x = \frac{a \cdot \Omega}{(100-a)},$$

wo Ω den eingestellten Brückenwiderstand bedeutet.

Diese weithin sichtbare 100-teilige Skala ist für Demonstrationen in der Klasse und für die ersten praktischen Schülerübungen bestimmt. Die Gebrauchsskala gestattet die direkte Ablesung der Quotienten $\frac{a}{(100-a)}$.

Steht z. B. (wie in der Fig.), wenn das Galvanometer stromlos ist, der Schleifkontakt auf 70,0 so ist — wenn der Brückenwiderstand 0,1 Ohm beträgt — der gesuchte Widerstand

$$x = \frac{a}{100-a} \cdot \Omega = \frac{70,0}{30,0} \cdot 0,1 = 0,233 \Omega.$$

Das Messbereich dieser Schulmeßbrücke ist (da die Gebrauchsskala von 0,1 bis 20 reicht):

Brückenwiderstand	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω
maximales Messbereich	0,01—2 Ω	0,1—20 Ω	1—200 Ω
genaues Messbereich	0,025—0,4 Ω	0,25—4 Ω	2,5—40 Ω

II. Praktische Winke: 1. Eine grössere Genauigkeit erreicht man in der Weise, dass man nach erreichter Nullstellung des Galvanometers den Kontaktknopf in demselben Tempo niederdrückt, in welchem die Galvanometernadel schwingt und die Stellung des Schleifkontaktes berichtigt. 2. Als Batterie empfiehlt es sich — je nach dem zu messenden Widerstande — 3 bis 6 Leclanché- oder Trockenelemente hintereinander zu schalten:

zu messender Widerstand . . .	bis 2 Ω	3—10 Ω	11—15 Ω	über 15 Ω
Anzahl der Leclanché-Elemente	2 El.	3 El.	4 El.	6 El.

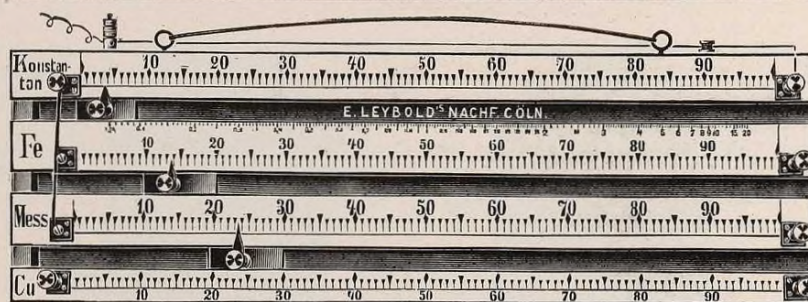
(Falls Tauch- oder Cupronelemente verwandt werden, ist ein Widerstand von 5—8 Ω in den Hauptstromkreis einzuschalten.) 3. Das Galvanometer muss genügend empfindlich sein (1 Skalengrad 1—3 Milli-Ampère) und die Nadel muss unbedingt nach beiden Seiten von der Nullage ausschlagen können. Am besten ist ein Solenoid-(Drehspul-)Galvanometer. Bei Verwendung des Schulgalvanometers Nr. 5845 p. 629 unseres Hauptkataloges empfiehlt es sich, für praktische Schülerübungen zuerst den Apparat als empfindliches Ampèremeter einzustellen und nach Erreichung der Nullage den Nebenschluß (Shunt) auszuschalten und die Messung zu wiederholen. Auf diese Weise wird das Solenoid nicht überlastet.

III. Weitere Verwendungen der Messbrücke: 1. Verwendung eines beliebigen andern Drahtes als Vergleichswiderstand (z. B. eines Drahtes von Nr. 9298). Bei X (links), B_1 und B_2 sind Doppelpressklemmen. Wird die untere Schraubenmutter (bei B_2) und die Klemme am rechten Ende des Meßdrahtes gelockert, so läßt sich der Verbindungsdraht d zur Seite schieben. Nun dreht man die Kurbel bei G_1 auch zur Seite und verbindet den betreffenden Draht (z. B. Cu) mit G_1 und G_2 . Dann ist

$$x = \frac{a}{100-a} \cdot Cu.$$

2. Will man — mit Benutzung der genau kalibrierten Widerstände der Brücke — eine selbst hergestellte Messbrücke kontrollieren, so schiebt man in der angegebenen Weise den Verbindungsdraht d zur Seite und verbindet den andern Messdraht durch kurze dicke Leitungsschnüre mit X (links) und B_2 und den betreffenden Galvanometerdraht (statt mit G_2) mit dem Schleifkontakt des zweiten Meßdrahtes.

3. Um das Meßbereich der Brücke zu erweitern, hat man nur nötig entsprechende Ergänzungswiderstände zwischen G_1 und B_2 einzuschalten und die Kurbel (bei G_1) zur Seite zu drehen. Auch ist man imstande das genaue Meßbereich (in der Mitte des Meßdrahtes) auszunutzen, indem man die Brückenwiderstände in folgender Weise halbiert. Nimmt man z. B. 1 Extra-Widerstand = 1 Ω , verbindet ihn mit G_1 und B_2 , und stellt die Kurbel auch auf 1 Ω , so ist der Gesamtwiderstand des Brückenzeiges = 0,5 Ω , usw.

Schul-
rheostat.

9298.

9298. Rheostat nach B. Kolbe. Dieser Apparat gestattet die Bestimmung des relativen elektrischen Widerstandes oder der elektrischen Leitfähigkeit von 4 Metallen nach mehreren Methoden und kann zugleich als Meßbrücke nach Kohlrausch verwendet werden.

Auf dem Grundbrett, das auch zum Aufhängen an der Wand eingerichtet ist, sind 4 gleich lange und gleich dicke Drähte von verschiedenem Material (Kupfer, Messing, Eisen, Konstantan) montiert. Auf 3 von diesen Drähten gleitet ein mit einer Klemme versehener Schieber. Daneben befinden sich 100-teilige, weithin sichtbare Skalen; außerdem enthält der Apparat eine das Verhältnis der Teillängen direkt angegebende Gebrauchsskala, die nötigen Klemmen, 1 Extra-Preßklemme mit 3 Muttern und einen Widerstand von 1 Ohm. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

I. Bestimmung des relativen elektrischen Widerstandes.

a) Durch 2 Leitungsschnüre (50 cm lang und 3 mm dick) verbindet man zunächst die Pressklemmen des Kupferdrahtes mit den X-Klemmen einer Meßbrücke (z. B. Nr. 9297) und bestimmt den Widerstand des Kupferdrahtes (W_c). Dasselbe tut man mit den anderen Drähten, indem man die obere Klemme des Rheostaten (links) und die entsprechende Endklemme (rechts) mit den X-Klemmen der Brücke verbindet.

Ist z. B. der gefundene Widerstand des Konstantans = W_k , so ist der relative Widerstand des Konstantans (für $Cu = 1$) = W_c/W_k usw.

b) Direkte Methode. Wir verbinden, nach Anschalten der Brückenwiderstände (vgl. den letzten Abschnitt bei Nr. 9297), die Preßklemmen des Kupferdrahtes durch dicke Leitungsschnüre mit den Brückenklemmen G_1 und G_2 und die Rheostatenklemme links oben einerseits und die Endklemme (rechts) des betreffenden Drahtes mit den X-Klemmen der Meßbrücke. Jetzt erhalten wir $X:Cu = a:(100-a)$; also $X = \frac{a}{100-a} \cdot Cu$.

II. Bestimmung der relativen elektrischen Leitfähigkeit.

a) Da die elektrische Leitfähigkeit zu dem elektrischen Widerstande im reziproken Verhältnis steht ($L = 1/W$), so kann man aus den oben gefundenen Widerstandswerten die relative elektrische Leitfähigkeit berechnen:

$$\text{Für Konstantan ist } L_k = \frac{W_c}{W_k} L_c; \text{ oder (für } L_c = 100) L_k = 100 \cdot \frac{W_c}{W_k}.$$

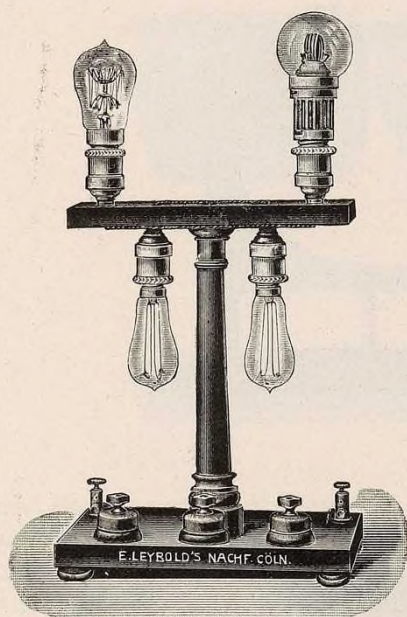
b) Sehr anschaulich, aber weniger genau ist folgende Methode: Zuerst wird in der bei Nr. 9297 unter a angegebenen Weise der Widerstand des Kupferdrahtes bestimmt. Ohne die Stellung des Gleitkontaktes oder die Widerstände an der Meßbrücke zu ändern, verbindet man die linke obere Preßklemme und die Klemme des Gleitkontaktes des betreffenden Rheostatedrahtes mit den X-Klemmen der Brücke und verschiebt am Rheostaten den Gleitkontakt, bis das Galvanometer wieder auf Null zeigt. Dann entspricht die Zahl, auf welche der Rheostaten-Gleitkontakt zeigt, direkt der relativen elektrischen Leitfähigkeit des betreffenden Rheostatedrahtes (für $Cu = 100$). (Vgl. die Stellung der Gleitkontakte in der Figur 9298.)

III. Der Rheostat als Meßbrücke nach Kohlrausch.

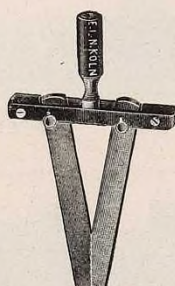
Hierbei wird nur der Konstantandraht des Rheostaten als Meßdraht benutzt. Seine Endklemmen sind zu diesem Zweck Doppel-Preßklemmen, welche die gleichzeitige Befestigung zweier Drähte bequem gestatten. Man verbindet den Extra-Widerstand (z. B. 1Ω) einerseits mit der am oberen Rande des Apparates sitzenden Extra-Klemme, andererseits mit der rechten Endklemme des Konstantandrahtes. Ebenso den zu prüfenden X-Draht mit der Extra-Klemme und der linken Endklemme des Konstantandrahtes. Das Galvanometer wird durch den biegsamen Kupferdraht mit der Extra-Klemme und andererseits durch eine isolierte Drahtlocke mit dem Schleifkontakt verbunden. Schließlich verbindet man die Batterie noch mit den Endklemmen unter Einschaltung eines beliebigen Ausschalters und die Meßbrücke ist gebrauchsfertig.

Mk. Pf.

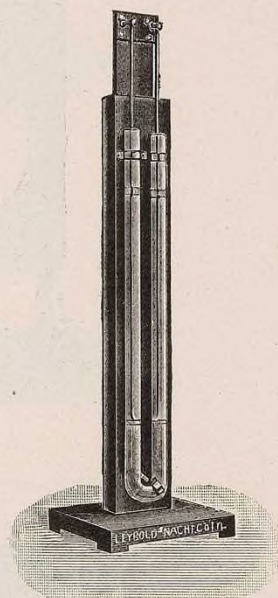
45 —



9299.



9300.



9301.

9299. Nernst-, Osmium-, Osram-, Tantal- etc.-Lampen auf gemeinsamem Stativ mit Ausschaltern. Zur Demonstration der verschiedenen neueren Glühlampenarten konstruieren wir dieses Stativ mit verschiedenen Arten von Lampen. Bei einigen Lampensorten, die nur für niedrige Spannung gebaut werden, ist es erforderlich, mehrere dieser einen Type hintereinander zu schalten. Bei Bestellung ist uns die Stromart und die Spannung anzugeben, sowie welche Lampen gewünscht werden. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.] Preis je nach Anzahl der Lampen.

9300. Thermoelement, winkelförmig, mit Verbindungsstab, Klemmschrauben und Handgriff. Sehr praktisch. Zum Nachweise des bei Erwärmung bzw. Abkühlung einer Lötstelle entstehenden Stromes. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Es genügt das mit dem Galvanometer durch biegsame Drähte verbundene Element mit der Lötstelle Wismuth-Antimon nacheinander in zwei bereitstehende Bechergläser zu tauchen, von denen das eine mit um einige Grad wärmerem Wasser gefüllt ist als das andere.

9301. Regulierbarer Jod-Cadmium-Widerstand nach Wehnelt (vergl. Ann. d. Phys. XIV p. 441, 1904). Diese Widerstände sind sehr praktisch, um beim Arbeiten mit hochgespannten Strömen die Spannung kontinuierlich variieren zu können (bei Hochspannungs-Transformatoren, im Sekundärstromkreis von Induktoren etc.). Die beiden Cadmium-Elektroden sind mittelst des auf der Rückseite des Hauptbrettes in einer Führungsnute laufenden Brettes leicht zu verschieben, wodurch sich der Widerstand vergrößert oder verringert. Zur Füllung dient Jodcadmium in wässrigem Amylalkohol (etwa 5% Wasser in Amylalkohol). Auch dadurch, daß man diese Lösung etwas mehr oder weniger konzentriert herstellt, läßt sich der Widerstand variieren. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]

Es ist empfehlenswert, in die beiden Schenkel des Rohres etwas Vaselineöl (Paraffinum liquidum) zu gießen, damit man durch den Geruch des Amylalkohols weniger belästigt wird.

9302. Neusilberdrahtwiderstände zur Bestimmung von Widerständen nach der Substitutionsmethode (Wied. u. Eb. Phys. Prakt. V. Aufl. W Fig. 298 p. 416). Bestehend aus Grundbrett mit 2 Vertiefungen und Klemmschrauben, 2 kürzeren und 2 längeren mit Draht bewickelten Spindeln und einer mit halb so dickem Drahte bewickelten Spindel.

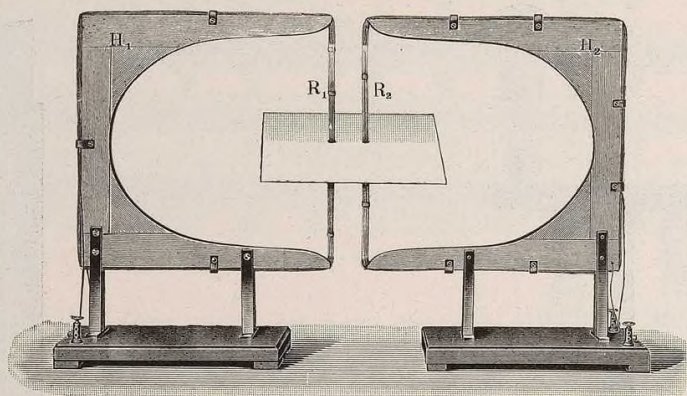
Mk. Pf.

22 —

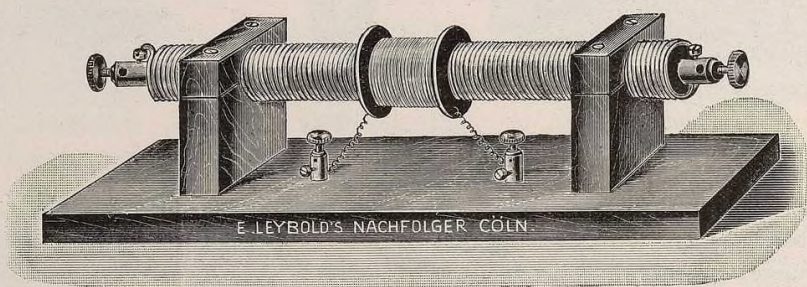
22 50

26 —

Elektrische
Apparate.



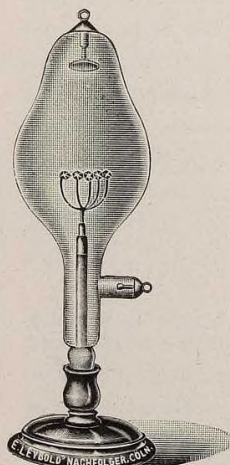
9303.



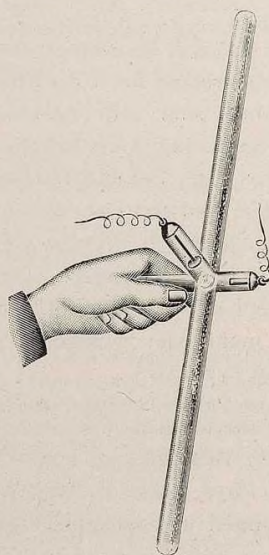
9304.



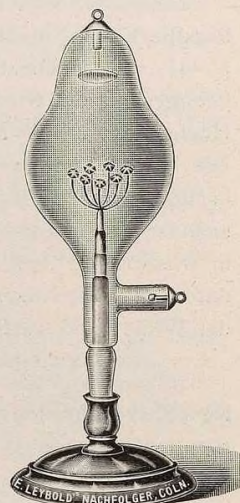
9305/9307.



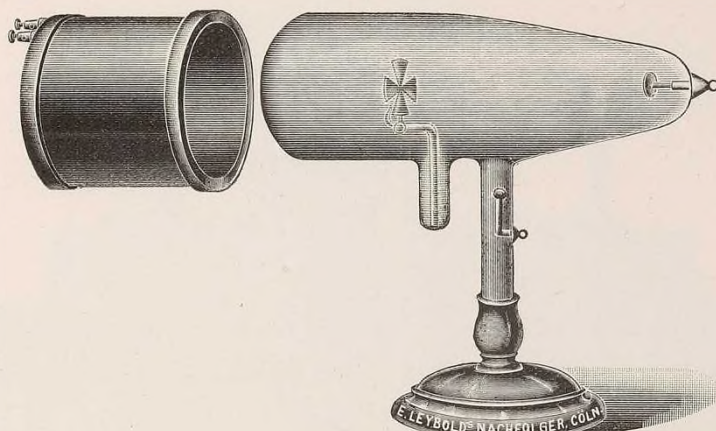
9308.



9310.



9309.



9311.

9303. **Zwei Holzrahmen mit Drahtspulen zur Darstellung von Kraftlinienbildern stromdurchflossener Leiter** (Wied. u. Eb. Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 342 p. 499). Die Rahmen sind mit 20 Windungen isolierten Kupferdrahtes bewickelt, es genügt daher eine Stromstärke von 1 bis 2 Ampère. Mit Hilfe dieser Rahmen erhält man die Kraftlinienbilder eines einzelnen Stromleiters, zweier gleichgerichteter und zweier entgegengesetzt gerichteter Ströme. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]
9304. **Induktionsspule zur Eichung ballistischer Galvanometer** (Wied. u. Eb. Phys. Prakt. V. Aufl. Fig. 322 p. 461). Auf einem Holzgestell ist eine 26 cm lange Spule mit dickem Draht montiert. Ueber diese ist eine kürzere Spule mit dünnem Draht geschoben. Mit den nötigen Klemmschrauben. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]
- Geisslerrohr, aus 5 Glassorten zusammengeschmolzen**, welche in 5 verschiedenen Farben leuchten und zwar: dunkelrot, violettpurpur, gelb, urangrün und farblos. [Fig.]

Nr.	9305.	9306.	9307.
Länge	20	25	30 cm
Mark:	2,—	3,—	4,—.

9308. **Vakuumkugel mit 2 Diamanten, 2 Rubinen und 1 Apatit.** [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.] . . .
9309. **Vakuumkugel aus Didymglas mit 7 geschliffenen Glassteinen**, welche durch verschiedene Metalloxyde verschieden gefärbt sind und verschieden fluoreszieren. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]
9310. **Kathodenstrahlenrohr zur Demonstration der geradlinigen Ausbreitung der Kathodenstrahlen und der durch dieselben hervorgerufenen Lumineszenz.** Das 50 cm lange Rohr enthält ein stark phosphoreszierendes Pulver. Dreht man das Rohr um den als Griff dienenden Glasansatz, so fällt das Pulver in einem feinen Regen durch die Röhre und leuchtet an der Stelle, wo es durch das Kathodenstrahlenbündel hindurchgeht, in intensivem Lichte. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]
- Die in der Figur rechts abgebildete Elektrode muß Anode, die nach vorn gezeichnete Kathode sein.
9311. **Schattenkreuzrohr nach Fleming mit ringförmigem Elektromagnet.** Dem gewöhnlichen Schattenkreuzrohr, mit welchem die geradlinige Fortpflanzung der Kathodenstrahlen und die „Ermüdung“ des fluoreszierenden Glases zeigt, ist ein ringförmiger Elektromagnet beigegeben, welcher über den zylindrischen Teil des Rohres gesteckt werden kann. Wird der Magnet erregt, so sieht man den Schatten sich drehen und zwar ist die Drehrichtung davon abhängig, in welcher Richtung der Strom die Spule durchfließt. [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.]

9312. — größer

Mk. Pf.

45 —

25 —

50 —

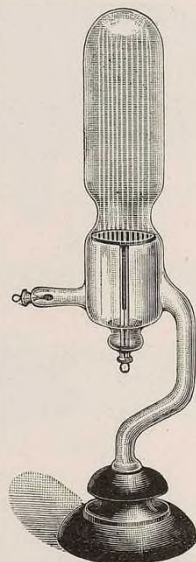
26 —

12 —

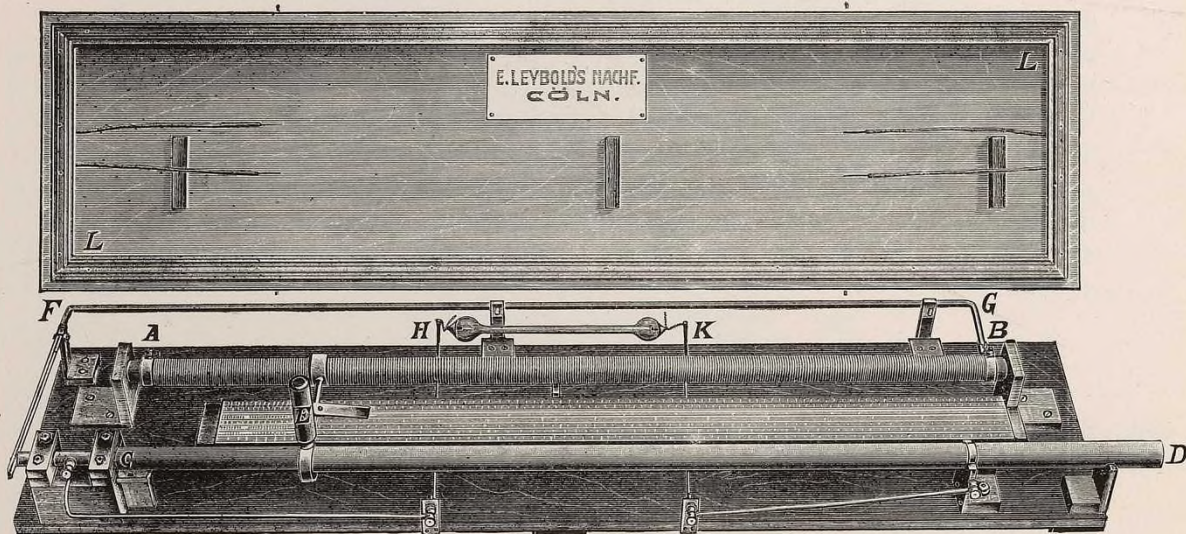
30 —

44 —

Kanal-
strahlen-
röhre.



9313.

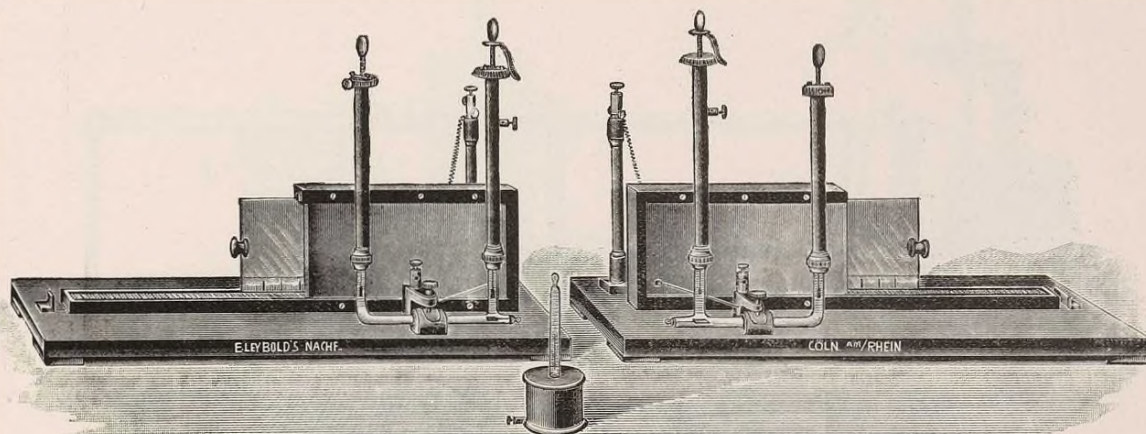


9314.

9313. **Kanalstrahlenröhre** nach Goldstein, neue Form. Von der siebartigen Kathode gehen die Kathodenstrahlen nach der seitlich angebrachten Anode und bringen den unteren Teil des Glasrohres zur Phosphoreszenz. Diese Kathodenstrahlen lassen sich durch einen Magneten in bekannter Weise ablenken. Der Raum über der siebartigen Kathode wird von rotem Lichte erfüllt, welches von den durch die Oeffnungen der Kathode hindurchgehenden Anoden- oder Kanalstrahlen herührt, und welches sich von einem gewöhnlichen Magneten nicht ablenken läßt. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]
9314. **Mefsapparat für elektrische Wellen**, sowie zur Messung von Kapazitäten und Selbstinduktionen nach Fleming (Modell der Gesellschaft für Marconi's Drahtlose Telegraphie). In Holzkasten. Auf dem Grundbrette des Apparates sind montiert: der stabförmige Leiter *F G*, die veränderliche Selbstinduktion *A B*, die veränderliche Kapazität *C D*, eine Vakuumröhre *H K* und die Skala. Selbstinduktion und Kapazität werden durch den gemeinsamen Handgriff *E* variiert.

Mk. Pf.

24 —



9315.

Die Skala ist geteilt gemäß der Schwingungsformel für elektrische Wellen $T=2\pi\sqrt{LC}$, worin L die Selbstinduktion, C die Kapazität bedeuten. Die Wellenlängen lassen sich direkt in Metern, die Schwingungszeiten in millionstel Sekunden ablesen. Der Deckel des Holzkastens enthält ein rechteckförmiges Drahtviereck, dessen kurze Seiten geteilt und mit Zuführungsdrähten versehen sind. Die Selbstinduktion dieses Rechteckes beträgt 5000 cm. [Fig. $\frac{1}{10}$ nat. Gr.]

Mk. Pf.

400 —

1. Bestimmung von elektrischen Wellenlängen.

Hat man auf irgendl einem Leiter (Antenne) elektrische Wellen und will man deren Länge messen, so stellt man den Apparat so an den Leiter, daß der Draht FG parallel und etwa 10 cm von dem betreffenden Leiter entfernt ist. Nun verschiebt man E solange, bis die Röhre HK möglichst intensiv leuchtet. Hat man diese Stelle gefunden, so läßt sich die Wellenlänge resp. die Schwingungszahl direkt ablesen. Je weiter man FG von dem betreffenden Leiter entfernt, um so empfindlicher wird die Methode, man wird daher diese Entfernung so groß wählen, daß die Röhre eben noch zum Leuchten kommt.

2. Bestimmung von Kapazitäten:

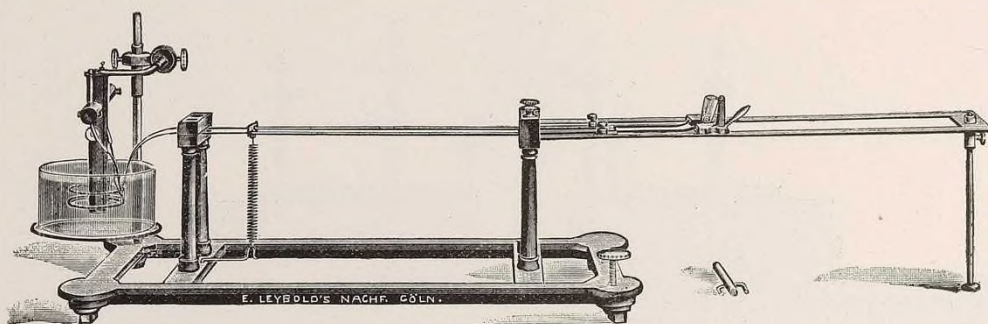
Um die Kapazität z. B. einer Leydener Flasche zu bestimmen, wird diese auf gut isolierender Unterlage aufgestellt und ihre Belege mit den beiden Drähten der einen kürzeren Seite des im Deckel L des Apparates sich befindenden Leiters verbunden. Die beiden anderen Drähte verbindet man mit der Sekundärspule eines Funkeninduktors. Parallel zu der einen Längsseite des Leiters L bringt man nun den Draht FG und verschiebt nun F wieder bis die Röhre HK leuchtet. Dann liest man auf der Skala die Größe der Schwingungskonstanten $\sqrt{CL}$ ab, quadriert dieselbe und dividiert sie durch 5000 (den Wert der Selbstinduktion). Das Resultat gibt die Kapazität der Leydener Flasche in Mikrofarad.

3. Bestimmung von Selbstinduktionen:

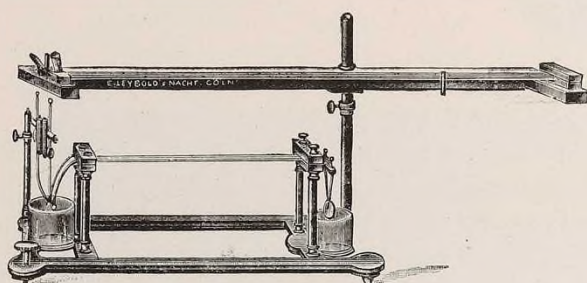
Man mißt zuerst, wie sub 2 angegeben, die Kapazität einer Leydener Flasche, sie betrage 0.0019 Mikrofarad, welchem Werte $\sqrt{CL} = 3.10$ entspricht. Dann schaltet man die zu messende Selbstinduktionsspule in Serie mit der Selbstinduktion 5000 im Deckel L und bestimmt wieder die Oscillationskonstante $\sqrt{CL}$. Jetzt werden die beiden Konstanten quadriert und voneinander subtrahiert; durch Division durch die Kapazität der Leydener Flasche erhält man die Selbstinduktion der Drahtspule in cm.

9315. **Apparat zur Bestimmung von Dielektrizitäts-Konstanten nach Nernst** (Wied. u. Eb. Phys. Prakt. V. Aufl. p. 487), bestehend aus Saiteninduktorium nebst 2 auf demselben Grundbrette montierten Verzweigungswiderständen (siehe Nr. 8990 p. 924), 2 Meßkondensatoren nebst 2 auf denselben Brettern montierten Flüssigkeitswiderständen, einem Kondensator zur Aufnahme der betreffenden Flüssigkeit, nebst Thermometer, einem Dosentelephon mit isolierender Handhabe und 2 Doppelschnüren. Komplet

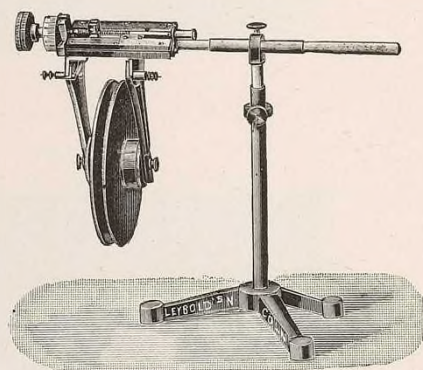
145 —



9316.



9318.

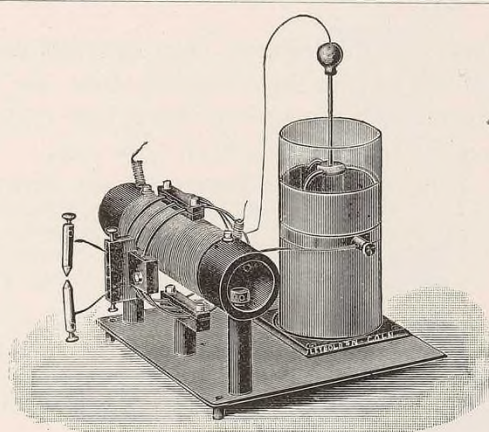


9319.

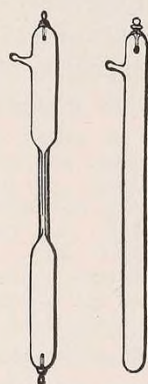
9316. **Apparat zur Bestimmung von Dielektrizitäts-Konstanten nach Drude** (Wied. Ann. 61 p. 466, 1897; Ztschr. f. phys. Chemie 23 p. 267, 1897; Kohlrausch's Lehrbuch d. prakt. Phys. p. 579, 1905). Nebst Brücke und 2 Kondensatorfläschchen. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr.]
9317. **Vorrichtung dazu zur Messung von Wellenlängen in Flüssigkeiten** (Ztschr. f. ph. Chemie XXIII p. 275, 1897)
9318. — nach Schmidt (Ann. d. Physik IX p. 919, 1902). Der Apparat unterscheidet sich von Nr. 9316 dadurch, daß der Sekundärstromkreis über dem Primärstromkreis angeordnet ist und durch Auflegen und Verschieben einer Brücke mit dem Primärstromkreis in Resonanz gebracht wird. Dadurch wird die Resonanz viel ausgeprägter und die Messungen gewinnen an Sicherheit. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.] . . .
9319. **Meßkondensator mit Erreger** nach Drude (Ann. d. Physik IX p. 611, 1902). [Fig. $\frac{1}{5}$ nat. Gr. zeigt den Meßkondensator ohne den Erreger.]
9320. **Tesla-Transformator mit Leydenerflasche** nach Drude (Ann. d. Phys. IX p. 293, 1902). [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.]
9321. **Röhre mit elektrolytisch eingeführtem Natrium** nach Warburg. Zu Versuchen über elektrische Wellen (Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten usw.). Ohne Elektroden
9322. **Heliumröhren zu Versuchen über elektrische Wellen** nach Dorn (Drude's Annalen d. Physik 16 p. 784, 1905). Mit 2 Elektroden; speziell für den Apparat nach Drude, für die Versuche nach Hertz mit Oscillator und kreisförmigem Resonator und nach Seibt über Resonanz von Drahtspulen. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]

Bei den Versuchen nach Drude wird die Röhre an der Stelle des ersten Schwingungsbauches über die Drähte gelegt.

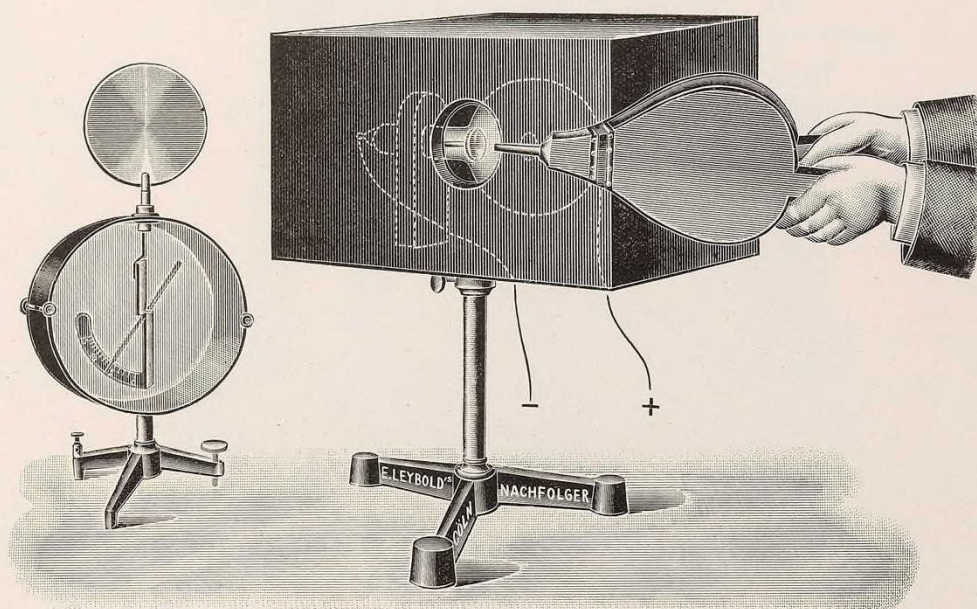
Mk.	Pf.
90	—
45	—
90	—
82	—
42	—
20	—
12	—



9320.



9322. 9323.



9324 mit 9325, 9329 und 9330.

9323. Heliumröhren zu Versuchen über elektrische Wellen, zylindrisch mit einer Elektrode. Sehr empfindlich, daher auch für viele andere Versuche gut verwendbar. Die Stärke der Erregung läßt sich aus der Länge der Lichtsäulen beurteilen.
9324. Apparat zur Demonstration der Jonisation der Luft durch Röntgenstrahlen, bestehend aus viereckigem, mit Blei ausgefülltem Kasten mit Halter für die Röntgenröhre, auf Stativ.

Die durch die Jonisation der Luft hervorgerufene Eigenschaft der Röntgenstrahlen, ein geladenes Elektrometer zu entladen, läßt sich mit jeder Röntgenröhre zeigen. Es ist jedoch zweckmäßig, dieselbe in einem Kasten einzuschließen, der mit Ausnahme einer Stelle mit Blei ausgefüllt ist. Durch diese runde Oeffnung, welche der Antikathode gegenüber liegt, treten die Röntgenstrahlen aus und machen die außerhalb des Kastens sich befindende Luft elektrisch leitend. Stellt man daher vor der Oeffnung ein geladenes Elektroskop auf, so fällt das Blättchen in seine Nullage zurück, sobald die Röntgenröhre in Tätigkeit gesetzt wird. Als Elektroskop wird am besten entweder eines der unten verzeichneten

Mk. Pf.

11 —

Elektrometer
nach Braun.

absoluten Elektrometer nach Braun oder das Elektrometer nach Grimsehl (siehe Nr. 8981—8984 p. 920) benützt. Bei Verwendung des letzteren wird der bei Nr. 8984 aufgeführte Zerstreuungskörper aufgesetzt, auf das Braun'sche Elektrometer muß die Zinkplatte Nr. 9329 gesetzt werden. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 1051] . . .

Um zu zeigen, daß wirklich die Röntgenstrahlen das Zurückgehen des Blättchens bewirken, kann man entweder zwischen Kasten und Elektrometer Platten aus verschiedenem Material halten, oder man kann die Röntgenröhre verkehrt in den Strom der Sekundärspule einschalten, so daß keine Röntgenstrahlen aus der Oeffnung austreten (letzterer Versuch darf aber nur kurze Zeit gemacht werden, da diese unrichtige Einschaltung der Röntgenröhre nicht zuträglich ist).

Stellt man das Elektrometer nicht vor der Oeffnung des Kastens, sondern seitlich von dem Kasten auf, so findet eine Entladung nicht statt; sie tritt aber sofort ein, wenn man mit einem Blasebalg die Luft vor der Oeffnung gegen die Elektrometerplatte bläst.

Absolutes Elektrometer nach Braun [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr.], vergl. auch Nr. 4990—4993 p. 537 unseres Hauptkataloges.

Nr.	9325.	9326.	9327.	9328.	
bis	1500	1500	3500	3500	Volt
geteilt von	100 : 100	500 : 500	100 : 100	500 : 500	„
Mark:	52,—	38,—	56,—	44,—	.

9329. **Zinkplatte** zum Aufsetzen auf die Elektrometer Nr. 9325—9328. [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 1051]

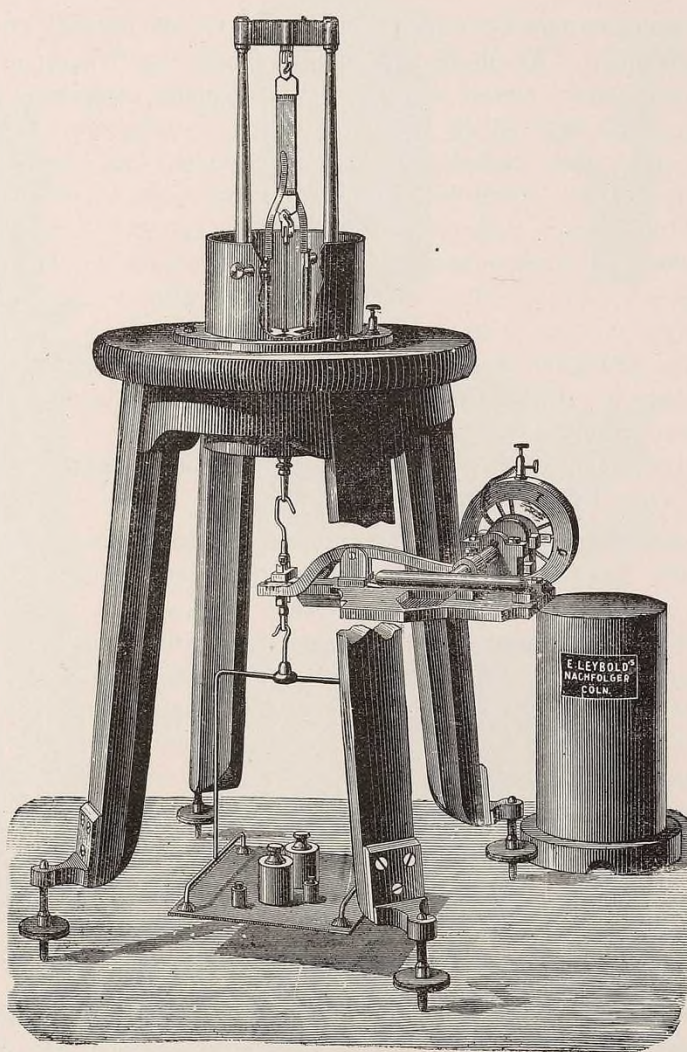
9330. **Blasebalg** [Fig. $\frac{1}{7}$ nat. Gr. p. 1051]

Mk. Pf.

40 —

9 —

2 50



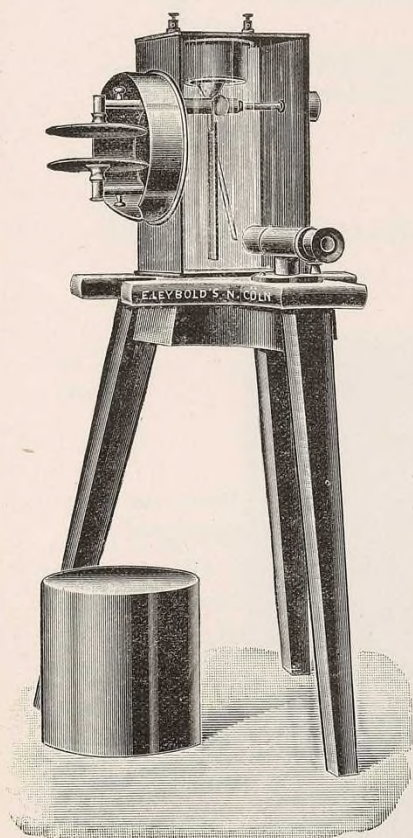
9334.

Präparate und Apparate zu Versuchen über Radioaktivität.

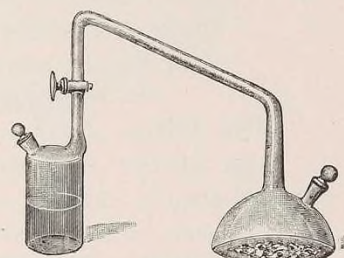
- | | Mk. | Pf. |
|--|-----|-----|
| 9331. Aperiodisches Quadranten-Elektrometer nach Curie zum Bestimmen der Radioaktivität durch Messen der Leitfähigkeit der Luft. Wird die Nadel auf ein Potential von 50 Volt gebracht, so entspricht einem Ausschlag von 30 cm bei einem Skalenabstand von 1 m eine Spannung von 1 Volt. Dabei beträgt die Schwingungsdauer der Nadel 16 Sekunden | 350 | — |
| 9332. Plattenpaar zur Verbindung mit dem Quadranten-Elektrometer | 160 | — |
- Die untere der beiden horizontalen Platten wird auf eine Spannung von etwa 100 Volt gebracht; die obere Platte wird mit dem Elektrometer Nr. 9331 verbunden; das Gehäuse wird zur Erde abgeleitet. Die radioaktive Substanz streut man auf die untere Platte und zwar, um diese Platte nicht zu verderben, unter Benutzung einer der dem Apparat beigegebenen Hilfsplatten. Das Elektrometer gestattet dann die Größe der Elektrisierung der zwischen den beiden Platten befindlichen Luft zu messen. Der Apparat ist aufs sorgfältigste isoliert.
9333. Piezoelektrischer Apparat zur Messung von Elektrizitätsmengen in absoluten Einheiten und zur absoluten Bestimmung der Radioaktivität nach Curie (Annales de Chimie et de Physique, 6^e série, Nr. 5, 1899). Der Apparat besteht aus einem starken Holzgestell; über der durchbohrten Platte dieses Gestelles ist ein Stativ

Radio-
aktivität.

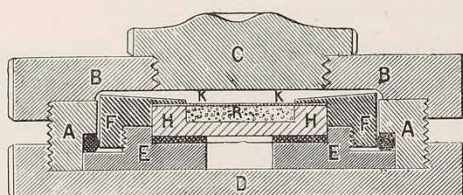
		Mk.	Pf.
	montiert, an welchem eine Quarzplatte aufgehängt ist; die Flächen dieser Quarzplatte sind versilbert. An dieser Quarzplatte hängt eine Wagschale zur Aufnahme von Gewichten. Durch den auf die Quarzplatte ausgeübten Zug wird diese elektrisch und zwar ist die Elektrizitätsmenge — ausgedrückt in absoluten Einheiten — gleich dem Produkt aus einer Konstanten mal dem aufgelegten Gewicht in kg mal der reziproken Dicke der Platte. Der Apparat eignet sich daher besonders gut zum Eichen des Elektrometers Nr. 9331. Zum Bestimmen der Konstanten des Instrumentes dient der Ringkondensator Nr. 9335	350	—
9334.	Piëzoelektrischer Apparat mit Kommutator und Auslösevorrichtung für die Wagschale. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr. p. 1053].	525	—
9335.	Absoluter Ringkondensator nach Curie zur Bestimmung der Konstanten der Piëzoelektrischen Apparate Nr. 9333 u. 9334, Durchmesser 15 cm, nebst 3 Quarzkeilen	95	—
9336.	— Durchmesser 25 cm.	160	—
9337.	— Durchmesser 25 cm, jedoch mit ganz besonders sorgfältig bearbeiteten Flächen	365	—
9338.	Schutzhülle zu den Kondensatoren Nr. 9335—9337	250	—
9339.	Einfaches Elektroskop zur raschen Bestimmung der Radioaktivität, sowie auch zum Messen der durch Röntgenstrahlen hervorgerufenen Entladung elektrischer Körper und zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes sehr schlechter Leiter. Außerdem kann dieses Elektroskop bei den gewöhnlichen Schulversuchen benutzt werden und läßt sich dasselbe auch projizieren. Die radioaktive Substanz wird auf eine Metallscheibe von 80 mm Durchmesser gebracht und diese auf die untere horizontale Kondensatorplatte des Apparates gelegt. Ist vorher die obere Kondensatorplatte durch Influenz elektrisiert worden, so findet jetzt eine Entladung statt; diese läßt sich mit Hilfe des angebrachten Okularmikrometers beobachten und, wenn man die Zeit, die bis zu einem bestimmten Grade der Entladung verstreicht, mit einem Chronoskop (unser Hauptkatalog Nr. 185 p. 44) bestimmt, auch messen. Eine seitlich angebrachte Klemme dient zum Verbinden des Elektroskopes mit anderen Apparaten. Alle Teile lassen sich durch aufsetzbare Kappen vor Staub etc. schützen. [Fig. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.]	165	—
9340.	— mit Gradskala statt des Okularmikrometers	132	—
9341.	Glasgefäß zum Aktivieren und zum Erregen phosphoreszierender Wirkungen. Der Apparat besteht aus 2 mit Tubulus versehenen Glasgefäßen, die durch ein zweimal gebogenes Rohr miteinander in Verbindung stehen. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] In das halbkugelförmige Gefäß bringt man die Substanz, die man aktivieren will, bzw. die Masse, in der Phosphoreszenz erregt werden soll. Das andere Gefäß dient zur Aufnahme der konzentrierten Lösung eines Radiumsalzes.	7	—
9342.	Glasgefäß zur Kondensation radioaktiver Emanation mittelst flüssiger Luft. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] Die drei Glasgefäße stehen miteinander in Verbindung und können einzeln durch Hähne abgeschlossen werden. In A bringt man eine Lösung eines Radiumsalzes, C wird in flüssige Luft gebracht. Durch R läßt sich der Apparat luftleer pumpen.	24	—
9343.	Radioaktive Kapsel zu Versuchen über Strahlung sowohl wie über Emanation. Mit verschiedenen Schutzringen, welche den Experimentator vor den Wirkungen der Radiumstrahlen schützen. Die Kapsel allein, ohne Füllung. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.] Die radioaktive Substanz befindet sich in R. Schraubt man C ab, so treten die Strahlen durch die Hartgummiplatte KK aus; diese kann durch eine Platte aus anderem Material ersetzt werden, wenn die Strahlen größere oder geringere Intensität haben sollen. Das Salz behält, da die Glaskapsel luftdicht abgeschlossen ist, seine radioaktive Wirkung lange Zeit bei. Falls trotzdem etwas Feuchtigkeit eingedrungen ist, so schraubt man die Kapsel III aus der Fassung heraus, um sie in einem Trockenkasten auf 105° zu erwärmen. Für Emanationsversuche ist es dagegen vorteilhafter, die Kapsel etwas anzufeuchten und in ein verschlossenes Gefäß zu legen. Um sie wieder zu trocknen wird wie oben angegeben verfahren.	12	—
9344.	— mit radioaktiver Substanz gefüllt. [Fig. $\frac{1}{4}$ nat. Gr.]	140	—



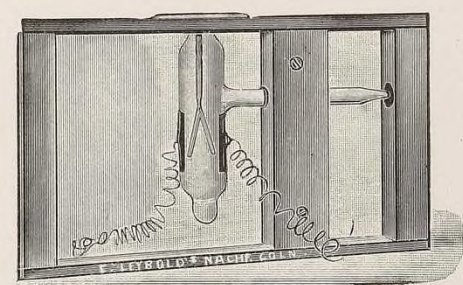
9339.

9356.
Siehe p. 1056.

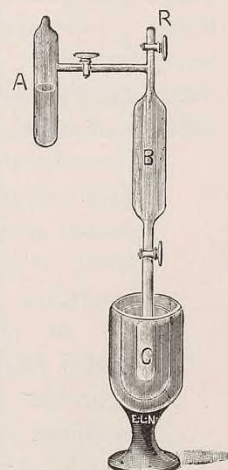
9341.



9343/9344.



9356. Siehe p. 1056.



9342.

9345. Sammlung radioaktiver Präparate. In Etui. Die Sammlung enthält:

- a) 1 Röhre mit einer Mischung von Radium und Zinksulfid. Das letztere phosphoresziert unter dem Einflusse des Radiums, ohne daß es von einer Lichtquelle bestrahlt wird;
- b) 1 Röhre wie a, aber mit schwächer phosphoreszierendem Zinksulfid, um zu zeigen, daß die Intensität von der Phosphoreszenzfähigkeit des Zinksulfids abhängt;
- c) 1 Röhre mit Zinksulfid wie bei a, jedoch mit einem Radiumpräparat von bedeutend größerer Aktivität gemischt;
- d) 1 Röhre mit Calciumsulfid für denselben Versuch wie a.
- e) 2 Röhren mit denselben Salzen wie die Röhren a und d, aber ohne Radium. Beleuchtet man diese Röhren durch Sonnen- oder Magnesiumlicht und vergleicht man sie dann mit den nicht belichteten Röhren a und d, so beobachtet man, daß im Gegensatz zu den durch das Radium bestrahlten Sulfaten in den Röhren a und d das Calciumsulfid in der Röhre e viel stärker leuchtet als das Zinksulfid;
- f) 2 Röhren mit gelb bzw. orange phosphoreszierendem Zinksulfid;
- g) 2 Röhren mit blau bzw. rot phosphoreszierendem Calciumsulfid;
- h) 2 schwarze Schirme zum Beweise, daß der menschliche Körper den X-Strahlen ähnliche Strahlen aussendet. Die beiden Schirme werden gleich lang von derselben Lichtquelle bestrahlt, dann hält man im verdunkelten Zimmer den

Mk. Pf.

Radio-
aktivität.

einen Schirm so nahe wie möglich an einen Muskel, an die Stirne, eine Fingerspitze etc.; vergleicht man nun diese beiden Schirme miteinander, so findet man, daß der erstere viel stärker leuchtet.

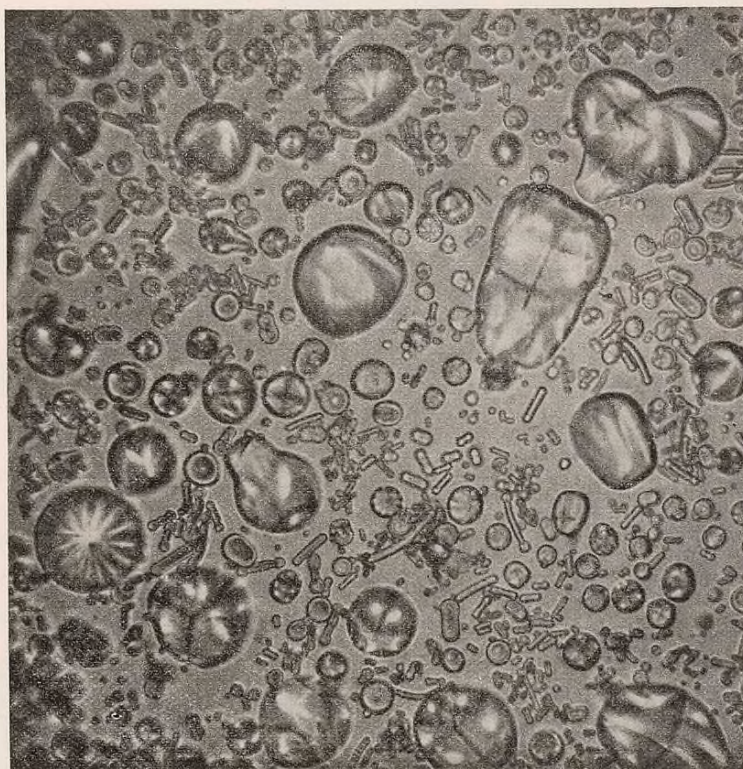
Die Röhren a und c eignen sich auch für Versuche mit dem Elektroskop. Die Röhren a und d können auch zu radiographischen Zwecken benutzt werden. Bei gleicher Expositionsdauer wirkt Röhre c am stärksten.

	Mk.	Pt.
9346. Zinksulfid , schwach phosphoreszierend, das Gramm	75	—
9347. — stark phosphoreszierend, das Gramm	—	20
9348. — sehr stark phosphoreszierend, das Gramm	—	80
9349. Zinksulfidschirm 10 : 10 cm; erste Qualität	1	40
9350. Calciumsulfid , phosphoreszierend, das Gramm	9	—
9351. Bariumplötincyanür , das Gramm	—	20
9352. Radiumbromid , je nach Reinheit, das Gramm	3	—
9353. — rein, das Milligramm	20	—
9354. Willemit	400	—
9355. Kunzit , das Gramm	4	—
9356. Radiumröhre nach Strutt (sog. Radiumuhr) [Phil. Mag. (6) 6, p. 588, 1903] zur Demonstration der durch die negativ geladenen Radiumstrahlen verursachten Zerstreuung. Ein kleines Glasrohr, das etwas Radiumbromid enthält und an dessen einem Ende 2 Aluminiumblättchen befestigt sind, ist in ein weiteres luftleeres Glasrohr eingeschmolzen. Das innere Glasrohr ist mit Phosphorsäure bestrichen, so daß seine ganze Oberfläche leitend mit den Plättchen verbunden ist. Die Innenwände des äußeren Rohres sind mit Staniolstreifen beklebt. Die beiden Blättchen divergieren durch die positive Ladung der von dem innern Röhrrchen absorbierten α -Strahlen, bis sie die Glaswand des äußeren Gefäßes berühren, fallen dann zusammen, divergieren von neuem usw. Die negative Ladung der β -Strahlen wird nicht absorbiert, sondern nach außen abgeleitet. [Fig. $\frac{1}{6}$ nat. Gr. p. 1055]	3	—
9357. — zur Projektion eingerichtet	280	—
9358. Spinthariskop nach Crookes (Proc. Roy. Soc. 71 p. 405, 1903; Nature 67 p. 522, 1903). Eine kleine Menge Radiumbromid befindet sich auf einer Spitze vor einem Fluoreszenzschirm aus phosphoreszierendem Schwefelzink und läßt sich durch eine in gemeinschaftlicher Fassung sitzende Linse beobachten. Wenn man seine Augen im dunkeln Zimmer vollständig ausgeruht hat (nach etwa 5 Minuten) sieht man durch die Linse die Szintillation wunderschön auftreten. Durch eine seitlich angebrachte Schraube läßt sich die Spitze scharf einstellen. [Fig. $\frac{1}{1}$ nat. Gr. p. 1055]	300	—
9359. — ohne Lupe. Zum Gebrauch mit einem Mikroskop	25	—
	12	—

Instrumente und Präparate

für die Versuche über

Flüssige Krystalle nach Prof. O. Lehmann, Karlsruhe.



Momentphotographie scheinbar lebender Krystalle

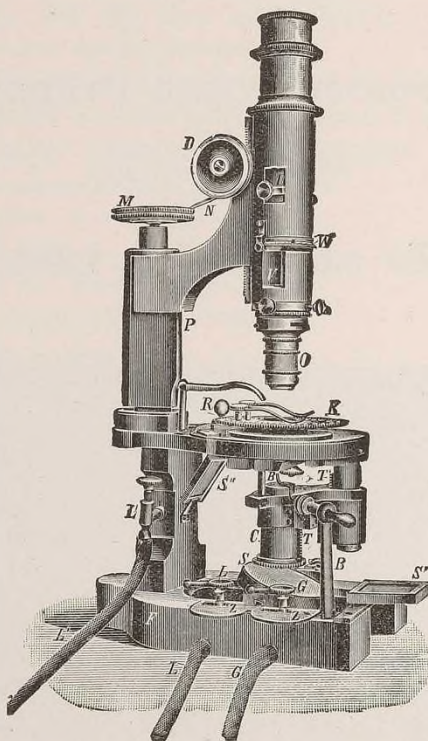
von Paraazoxyzimtsäureaethylester
aus Lösung in Monobromnaphtalin sich ausscheidend.

Die Kugeln mit einseitigem Ansatz sind einfache Krystalle, welche zu großen Kugeln, Doppelkugeln oder Rosetten zusammenfließen können. Sie rotieren zum Teil um ihre Achse.

Die einfachen bakterienartigen Stäbchen bewegen sich vorwärts und rückwärts und sind da und dort in Selbstteilung begriffen.

Die wurmförmigen Gebilde führen schlängelnde Bewegungen aus.

Flüssige
Krystalle.



9360.

Instrumente und Präparate für die Versuche über flüssige Krystalle nach
Prof. O. Lehmann, Karlsruhe.

Zur Demonstration der flüssigen und scheinbar lebenden Krystalle, deren Erscheinungen heute im Vordergrund des Interesses stehen, sind außer einem Mikroskope für höhere Temperaturen eine Anzahl Präparate erforderlich. Von solchen Mikroskopen und Präparaten sowie von einer Anzahl einschlägiger Glasphotogramme geben wir im folgenden die Preise.

9360. **Krystallisationsmikroskop** mit 2 um die optische Achse drehbaren Tischchen, von denen das untere in 360° geteilt und drehbar ist. Zwischen den beiden Tischen hat die heiße Luft freien Abzug. Grobe Bewegung des Tubus durch Zahn und Trieb, feine Einstellung durch Mikrometerschraube, welche 1/500 mm abzulesen gestattet. Die Objektive werden durch 2 senkrecht zueinander wirkende Schrauben fein zentriert. Mit Polarisator aus den 3 Spiegeln S' , S'' und G bestehend. An dem Fuße ist der Brenner B angebracht, Luft- und Gaszufuhr werden durch die Schraubenventile L und G reguliert. Der Analysator bleibt auch ausgeschaltet mit dem Instrumente verbunden und wird bei Gebrauch mittelst Schlittenführung eingesetzt. Dem Instrument ist ferner eine Einrichtung zur Prüfung der Achsenausstritte im konvergenten Lichte, bestehend aus Bertrand'scher Linse, drehbarem und mit Teilung versehenem Analysator, beigegeben; ein Polarisator mit großem Nicol'schem Prisma läßt sich unterhalb des Tisches einschieben; die Linse für das konvergente Licht ist in Schlitten montiert und läßt sich wie der Polarisator leicht ein- und ausschalten. Nebst 2 Brennern,

Mk. Pf.

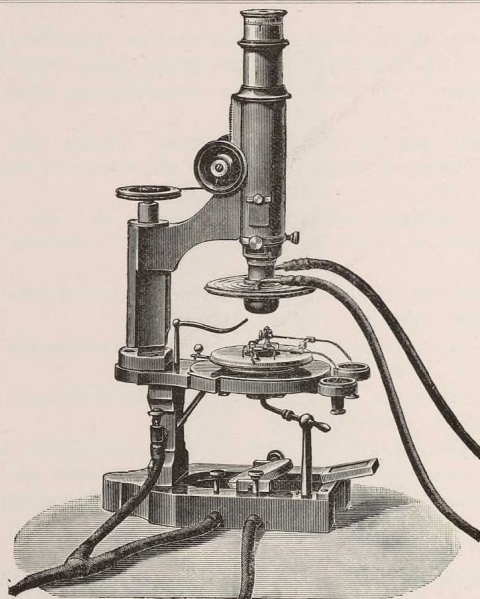
Flüssige
Krystalle.

	Mk.	Pf.
2 Blaserohren, einem blauen Glase, 3 plankonvexen als Deckgläser bei Bestimmungen von Brechungsexponenten zu gebrauchenden Linsen, einem Vorwärmer, einem Doppelgebläse; das Instrument in verschließbarem Mahagonikasten. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr.]	420	—
9361. Krystallisationsmikroskop mit optischer Ausrüstung, bestehend aus 2 Okularen No. 2 und 3 mit Fadenkreuz, einem Okular No. 4 mit Mikrometer und den 3 Objektiven No. 2, 4 und 5	540	—
9362. — mit optischer Ausrüstung, bestehend aus 2 Okularen No. 2 und 3 mit Fadenkreuz, einem Okular No. 4 mit Mikrometer und den 3 Zeiß'schen Objektiven, No. a3, A und C	550	—
9363. — ohne die Einrichtung zur Prüfung der Achsenbilder im konvergenten Lichte, sonst wie No. 9360. Preis ohne optische Ausrüstung	300	—
9364. — mit optischer Ausrüstung, bestehend aus einem Mikrometerokular No. 4 und 2 Objektiven No. 2 und No. 4	365	—
9365. — mit optischer Ausrüstung, bestehend aus einem Mikrometerokular No. 4 und 2 Zeiß'schen Objektiven A und C	390	—
9366. Polarisator mit großem Nicol'schem Prisma zu den No. 9363—9365. Dieser drehbare Polarisator wird unter dem Mikroskoptische eingeschoben und bleibt dann noch genügend Raum, um die Präparate durch einen Kapillar-Brenner erwärmen zu können	60	—
9367. Analysator , mit Teilung versehen, zu den No. 9363—9365	12	—
9368. Krystallisationsmikroskop wie No. 9363, jedoch der Tubus nur durch feinen Zahn und Trieb bewegbar, also ohne Mikrometerschraube; Zentrierung des Objektives durch 3 Schrauben; nebst 2 Brennern (ohne Luftzufuhr), 2 Blaserohren, einem Vorwärmer, einem blauen Glas, einem Doppelgebläse und optischer Ausrüstung, bestehend aus einem Mikrometerokular No. 4 und einem Zeiß'schen Objektiv A	295	—
9369. — wie No. 9360, jedoch außerdem mit Vorrichtung zur Beobachtung bei Glüh-temperaturen und für elektrolytische Versuche. [Fig. $\frac{1}{3}$ nat. Gr. p. 1060]	510	—
Bei diesem Instrumente werden die Objektive von einem kontinuierlichen Strome kalten Wassers umspült. Die Gebläseflamme steigt durch ein in der Mitte des Mikroskoptisches sitzendes Asbestrohr auf. Der Halter für das Objektiv ist auf einem besonderen Objektivtische befestigt und hat 4 feine Platinspitzen, so daß nur wenig Wärme nach dem Mikroskoptische geleitet wird. 2 Quecksilbernäpfehen aus Hartgummi, welche an dem Objektivtisch befestigt sind, gestatten die Zuleitung des elektrischen Stromes bei elektrolytischen Versuchen. Solche elektrolytische Versuche lassen sich ebensogut bei gewöhnlicher wie bei Glüh-temperatur ausführen.		
9370. — mit optischer Ausrüstung, bestehend aus 2 Okularen No. 2 und 3 mit Fadenkreuz, einem Okular No. 4 mit Mikrometer und den 3 Objektiven No. 2, 4 und 5	630	—
9371. Mikroskopierlampe nach Lehmann	14	50
9372. Objektivklammer mit 4 Ringen	18	—

Ueber vollständige Einrichtungen zur Projektion und zur Momentphotographie der Erscheinungen an flüssigen Krystallen nach Prof. Lehmann machen wir auf gefl. Anfrage hin gerne Kostenanschlag und erbitten wir uns in ersterem Falle genaue Angaben über den zur Verfügung stehenden elektrischen Strom.

Präparate, bei denen die Erscheinungen der fließenden Krystalle besonders gut zu beobachten sind.

9373. Cholesterylbenzoat	das Decagramm	35	—
9374. Cholesterylacetat	" "	35	—
9375. Para-azoxybenzoesäureäthylester nach Vorländer	das Gramm	4	—
9376. Para azophenetol	" "	16	—

Flüssige
Krystalle.

9369. S. p. 1059.

9377. Para-azoxyphenetol nach Gattermann	das Gramm	7	—
9378. Metanito-paratoluidin	das Decagramm	4	50
9379. Para-azooxy-Zimmtsäureaethylester	" "	60	—

Preise anderer Präparate auf gefl. Anfrage.

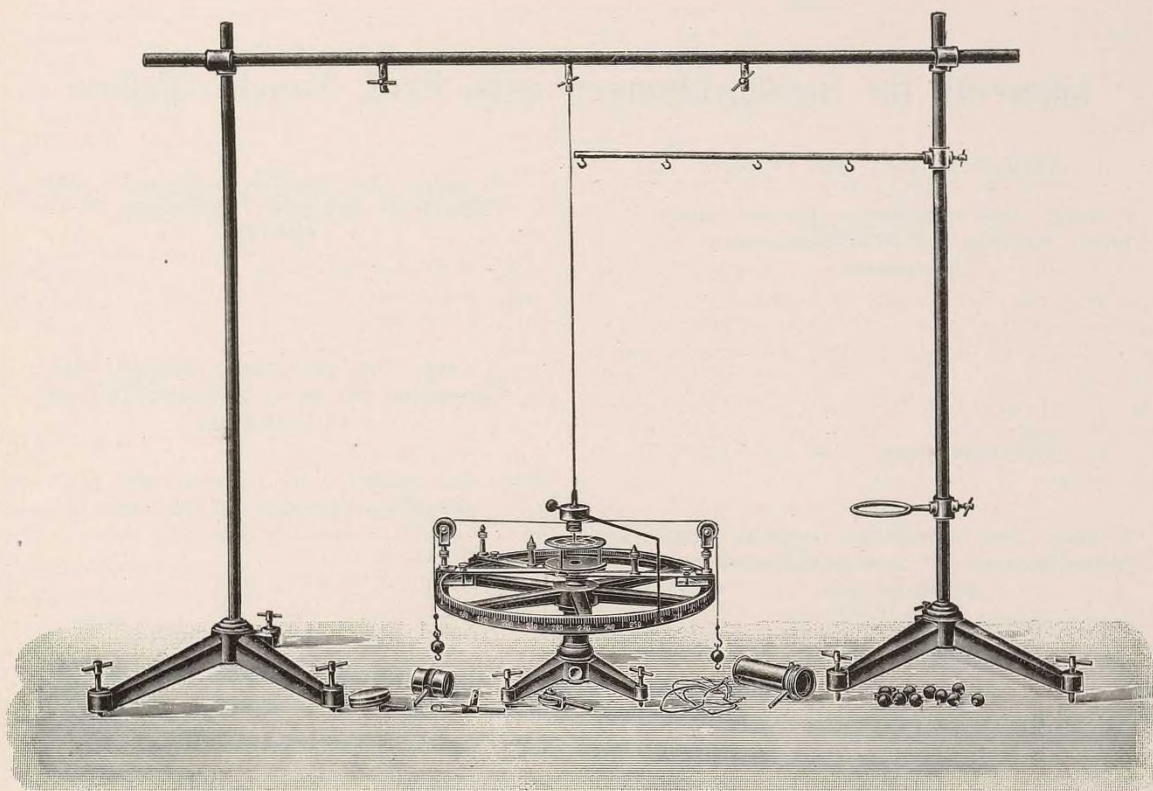
Mikroskopische Dauerpräparate.

9380. Benzoin mit Kolophonium (Sphärokrystalle)	4	50
9381. Cholesterylacetat (Sphärokrystalle)	4	50
9382. Jodsilber (zähflüssige Krystalle)	4	50
9383. Cholesterylbenzoat (ölige Streifen)	4	50
9384. Paraazoxybenzoesäureaethylester (fl. Kr.)	4	50
9385. Paraazoxybenzoesäureaethylester m. Xylol. (flüssige Krystalle)	4	50
9386. Paraazoxyzimmtsäureaethylester (flüssige Krystalle)	4	50
9387. Paraazoxyzimmtsäureaethylester mit wenig Bromnaphtalin	4	50
9388. Paraazoxyzimmtsäureaethylester mit mehr Bromnaphtalin	4	50
9389. Paraazoxyphenetol mit Olivenöl und Bromnaphtalin (dick), (Krystalltropfen)	4	50
9390. Paraazoxyphenetol mit Olivenöl und Bromnaphtalin (dünn), (gepresste Krystalltropfen)	4	50
9391. Paraazoxyphenetol mit Olivenöl und Kolophonium (dick), (rotierende Krystalltropfen)	4	50
9392. Paraazoxyphenetol mit Kolophonium (dünn), (Drehung der Polarisationsebene)	4	50
9393. Paraazoxyphenetol mit Cholesterylbenzoat und Öl (dick), (Farbenerscheinungen)	4	50
9394. Cholesterylcaprinat (zwei flüssige Krystall-Modifikationen)	4	50

Preise anderer Dauerpräparate auf gefl. Anfrage.

Glasphotogramme über flüssige und scheinbar lebende Krystalle und deren Beziehungen zu festen.

Liste auf gefl. Verlangen.



Apparate für Schülerübungen nach Prof. Noack, Gießen.

(Noack, Aufgaben für physikalische Schülerübungen. Berlin, Springer, 1905.)

Im folgenden geben wir eine ausführliche Zusammenstellung der von Prof. Noack in seinen „Aufgaben für physikalische Schülerübungen“ verwendeten Apparate und Utensilien.

Bei dieser Aufzählung haben wir uns nicht darauf beschränkt, jeden Apparat nur *einmal* aufzuführen, sondern wir haben bei jeder Aufgabe sämtliche notwendigen Instrumente und Utensilien (mit Ausnahme der Chemikalien) wiederholt; wenn es auch nur wenigen Instituten vergönnt sein mag, für jede Aufgabe alle Hilfsmittel bereit stehen zu haben, so daß jeder Schüler vollkommen unabhängig von allen anderen arbeiten kann, so glaubten wir dadurch doch dem Lehrer, der sich für einzelne Aufgaben vollständig einrichten will, das Aussuchen erleichtert zu haben. Wer denselben Apparat für mehrere Aufgaben benützen will, wird an der Bezeichnung und an der Preisgleichheit, sowie an der vorgesetzten Katalognummer leicht die Identität zweier Apparate feststellen können. Einige dieser Apparate sind in etwas einfacherer und kleinerer Ausführung hergestellt als die entsprechenden Demonstrationsapparate; bei gleicher Solidität und Brauchbarkeit sind diese dadurch etwas billiger geworden.

Apparate für Schülerübungen nach Prof. Noack, Gießen.

I. Aufgaben über das Wiegen. Mk.

1. Aufg. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers mit dem Mefszylinder zu bestimmen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9397.	Kästchen mit Objekten	6,50
9398.	Stellbrett	6,—
9399.	Wasserwage	1,60
9400.	Meßzylinder	1,10
9401.	Ein Stückchen Glasspiegel	—,40
9402.	Pinzette	—,45

2. Aufg. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers mit dem Ausflußgläschen zu bestimmen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9397.	Kästchen mit Objekten	6,50
9398.	Stellbrett	6,—
9399.	Wasserwage	1,60
9402a.	Ausflußgläschen	1,50
9402b.	Wiegegläschen	—,15
9402.	Pinzette	—,45

3. Aufg. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers mit der hydrostatischen Wage zu bestimmen.

9403.	Wage mit kurzer Schale	58,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9397.	Kästchen mit Objekten	6,50
9404.	Pinzel	—,50
9405.	Lamettafäden	—,50
9406.	Tischchen	1,50
9407.	Glasgefäß	—,40

4. Aufg. Welches ist das spezifische Gewicht und das Mischungsverhältnis des Münzgoldes?

9408.	Senkwage, auf Gestell mit abgeschliffenem Becherglas	22,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9404.	Pinzel	—,50
9402.	Pinzette	—,45

5. Aufg. Das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit mit dem Mefszylinder zu bestimmen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9409.	Meßglas bis 20 ccm	—,70
9398.	Stellbrett	6,—
9399.	Wasserwage	1,60
9401.	Ein Stückchen Glasspiegel	—,40

Mk.

6. Aufg. Das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit mit dem Pyknometer zu bestimmen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9410.	Pyknometer	1,30

7. Aufg. Das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit mit der hydrostatischen Wage zu bestimmen.

9403.	Wage mit kurzer Schale	58,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9411.	Glaskörper mit Schlinge	1,50
9407.	Glasgefäß	—,40
9406.	Tischchen	1,50
9404.	Pinzel	—,50

8. Aufg. Bestimmung des spezifischen Gewichtes einer Flüssigkeit aus Steighöhen.

9412.	Doppelröhre mit Maßstab, Schlauch u. Quetschhahn nebst 2 Glasschalen auf Stativ	16,—
9398.	Stellbrett	6,—

9. Aufg. Die Gleicharmigkeit einer Wage zu prüfen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9413.	Ein Stück Messing	—,80

10. Aufg. Das spezifische Gewicht von Paraffin zu bestimmen.

9403.	Wage mit kurzer Schale	58,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9414.	Paraffinstück	—,50
9405.	Lamettafäden	—,50
9415.	Messingkugel mit Haken	1,—
9406.	Tischchen	1,50
9407.	Glasgefäß	—,40
9404.	Pinzel	—,50

11. Aufg. Das spezifische Gewicht von Glasschrot zu bestimmen.

9403.	Wage mit kurzer Schale	58,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9410.	Pyknometer	1,30
9416.	Glasschrot	1,—

12. Aufg. Die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes einer Salzlösung vom Prozentgehalt zu untersuchen.

9395.	Wage ohne kurze Schale	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9417.	Uhrglas	—,10
9418.	Becherglas für 100 g	—,20

	Mk.
9419. Tarierschrot	—,50
9420. Meßzylinder für 50 ccm	—,70
9421. Tropfenzähler	—,40
9422. Hornlöffel	—,25
9402. Pinzette	—,45
9423. Ein Satz von 100 g-Fläschchen mit Etiketten	2,—
9424. Mohr'sche Wage	27,—
9425. Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

13. Aufg. Bestimmung eines Drahtdurchmessers durch Wiegen.

9395. Wage ohne kurze Schale	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50
9406. Tischchen	1,50
9407. Glasgefäß	—,40
9425a. Stahldraht	—,60
9426. Metermaßstab	8,50
9405. Lamettafäden	—,50
9427. Mikrometer	10,—

14. Aufg. Bestimmung des innern Durchmessers einer Kapillarröhre durch Wägung des Quecksilberinhaltes.

9428. Papiermachéschale	—,60
9429. Porzellanschälchen	—,40
9430. Quecksilber	6,—
9431. Trichterchen mit Schlauch	—,40
9395. Wage ohne kurze Schale	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50
9432. Kapillarrohr	—,60
9426. Maßstab	8,50
9433. Lupe	1,20
9434. Wiegegias	—,15

15. Aufg. Prüfung des archimedischen Satzes vom Auftrieb.

9435. Schwimmerröhre	4,—
9398. Stellbrett	6,—
9399. Wasserwage	1,60
9436. Standzylinder von Glas	1,—
9437. Tariervage	28,—
9438. Gewichtsatz	10,—
9419. Schrot	—,50
9439. Auflage für die Röhre mit Tara	2,50
9427. Mikrometer	10,—

II. Aufgaben aus der Mechanik.

16. Aufg. Die Spannkraft k_1 einer Spiralfeder bei einer Verlängerung um 1 cm zu bestimmen.

9440. Spiralfeder	2,—
9441. Gestell mit Spiegelmaßstab	11,—
9442. Diopter mit Marke	2,—
9443. Wagschale	1,50
9396. Gewichtsatz	5,50
9404. Pinsel	—,50

17. Aufg. Die Spannkraft k_1 eines Stahlstreifens bei einer Biegung um 1 cm zu bestimmen.

9444. Schemel	10,—
9445. Unterleg-Keile	—,40

	Mk.	Schüler- Uebungen.
9446. 20 Kilo-Stück	9,—	
9447. Schraubenzwinge	2,—	
9442. Diopter mit Marke	2,—	
9448. Spiegelmaßstab	10,—	
9443. Wagschale	1,50	
9404. Pinsel	—,50	
9449. Gewichtsatz	4,50	
9450. Stahlstreifen	1,50	

18. Aufg. Die Torsionskraft k_1 eines Stahldrahtes bei einer Drillung um $57,3^\circ$ zu bestimmen.

9451. Torsionsgestell mit Scheibe, Rollen, Schalen und Stahldraht	40,—
9452. 2 Gewichtsätze	9,—
9453. Kilogrammstück mit Ring	1,50
9404. Pinsel	—,50
9454. Schublehre	4,50

19. Aufg. Den Satz vom Drehmoment zu prüfen.

9455. Drehmomentenapparat	52,—
9456. Stativtisch	6,50
9457. Kasten mit Bleigewichten	5,50
9458. Spiralfedern	4,—
9441. Gestell mit Spiegelmaßstab	11,—
9442. Diopter mit Marke	2,—
9443. Wagschale	1,50
9396. Gewichtsatz	5,50
9404. Pinsel	—,50

20. Aufg. Das Gesetz der schiefen Ebene zu prüfen.

9459. Modell der schiefen Ebene	35,—
9399. Wasserwage	1,60
9460. Gewichtsatz	6,50

21. Aufg. Den Reibungskoeffizient verschiedener Flächen zu bestimmen.

9459. Schiefe Ebene	35,—
9461. Würfel mit Flächen verschiedenen Materials	7,50
9462. Unterlagen verschiedenen Materials	7,50
9399. Wasserwage	1,60

22. Aufg. Gleichgewichtsbedingung dreier Kräfte, die an einem Punkte angreifen.

9463. Goniometer mit drei Rollen an den Enden der Arme, Dreifadenring, Nadel mit Knopf und Kästchen mit Bleigewichten	110,—
---	-------

23. Prüfung des Wagegesetzes an der schiefen Ebene.

9464. Schiefe Ebene (Fallrinne) mit Unterlage	54,—
9399. Wasserwage	1,60
9465. Kugel	1,—
9466. Metronom	12,—

24. Aufg. Wie hängt bei der Fallrinne die Beschleunigung vom Neigungswinkel ab?

9464. Fallrinne mit Unterlage	54,—
9399. Wasserwage	1,60
9465. Kugel	1,—
9466. Metronom	12,—

Schüler-
Übungen.

Mk.

**25. Aufg. Wie hängt die Spannkraft k_1 eines
Stahlstabes von seiner freien Länge ab?**

9444.	Schemel	10,—
9445.	Keile	—,40
9446.	20 Kg.-Stück	9,—
9447.	Schraubenzwinge	2,—
9442.	Dioptr mit Marke	2,—
9448.	Spiegelmaßstab	10,—
9443.	Wagschale	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9396.	Gewichtssatz	5,50
9467.	Stahlstab	2,—
9426.	Maßstab	8,50

**26. Aufg. Wie hängt die Spannkraft k_1
eines Stahlstabes von seiner Dicke ab?**

9444.	Schemel	10,—
9445.	Keile	—,40
9446.	20 Kg.-Stück	9,—
9447.	Schraubenzwinge	2,—
9442.	Dioptr mit Marke	2,—
9448.	Spiegelmaßstab	10,—
9443.	Wagschale	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9396.	Gewichtssatz	5,50
9468.	Stahlstäbe mit Holzfutter	10,50
9469.	Normalmaß für die konstante Länge	1,—
9427.	Mikrometer	10,—

**27. Aufg. Wie hängt die Grösse des Tor-
sionsmomentes k_1 von der Länge des
gedrillten Drahtes ab?**

9470.	Torsionsgestell mit Scheibe, Rollen, Schalen und 4 Stahldrähten verschiedener Länge	44,—
9452.	2 Gewichtssätze	9,—
9453.	Kilogrammstück mit Ring	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9454.	Schublehre	4,50
9426.	Maßstab	8,50

**28. Aufg. Wie hängt die Grösse des Tor-
sionsmomentes k_1 von der Dicke des
gedrillten Drahtes ab?**

9471.	Torsionsgestell mit Scheibe, Rollen, Schalen und 3 Stahldrähten verschiedener Dicke	43,—
9452.	2 Gewichtssätze	9,—
9453.	Kilogrammstück mit Ring	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9454.	Schublehre	4,50
9427.	Schraubenmikrometer	10,—

29. Aufg. Prüfung der Schwingungsformel

$$t = 2\pi \cdot \sqrt{m : k_1}$$

**für die Schwingungen einer belasteten
Spiralfeder.**

9440.	Spiralfeder	2,—
9441.	Gestell mit Spiegelmaßstab	11,—
9442.	Dioptr mit Marke	2,—
9443.	Wagschale	1,50
9396.	Gewichtssatz	5,50
9404.	Pinsel	—,50
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

Mk.

30. Aufg. Prüfung der Schwingungsformel

$$t = 2\pi \cdot \sqrt{m : k_1}$$

für die Schwingungen eines belasteten Stabes.

9444.	Schemel	10,—
9445.	Keile	—,40
9446.	20 Kilostück	9,—
9447.	Schraubenzwinge	2,—
9442.	Dioptr mit Marke	2,—
9448.	Spiegelmaßstab	10,—
9443.	Wagschale	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9396.	Gewichtssatz	5,50
9467.	Stahlstab	2,—
9473.	Ein Satz Bleischeiben von 70 g	4,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

31. Aufg. Prüfung der Schwingungsformel

$$t = 2\pi \cdot \sqrt{m : k_1}$$

**für die Torsionsschwingungen eines belastete
Drahtes.**

9451.	Torsionsgestell mit Scheibe, Rollen, Schalen und Stahldraht	40,—
9452.	2 Gewichtssätze	9,—
9453.	Kilogrammstück mit Ring	1,50
9404.	Pinsel	—,50
9474.	Bleikörper von 500 und 1000 g	6,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

**32. Aufg. Prüfung der Formel $t = 2\pi \cdot \sqrt{m : k_1}$
für das Wasserpéndel.**

9475.	U-Röhre auf Fuß mit Millimeterteilung auf den Schenkeln	15,—
9398.	Stellbrett	6,—
9437.	Große Trierewage	28,—
9438.	Gewichtssatz	10,—
9476.	Meßglas für 100 g	1,10
9421.	Tropfenzähler	—,40
9472.	Sekundenuhr	25,—

**33. Aufg. Bestimmung von g aus den
Schwingungen eines Fadenpendels.**

9477.	Pendelgestell	18,—
9478.	Aufhängedraht	1,—
9479.	Bleilinse	4,—
9448.	Spiegelmaßstab	10,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

**34. Aufg. Einfluss von Amplitude und
Masse auf die Schwingungsdauer eines
Fadenpendels.**

9477.	Pendelgestell	18,—
9478.	Aufhängedraht	1,—
9480.	Linsen von Blei, Messing, Aluminium	12,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

**35. Aufg. Abhängigkeit des Trägheits-
momentes vom Achsenabstand der Masse.**

9451.	Torsionsgestell	40,—
9478.	Stahldraht	1,—
9480a.	Aluminiumrohr	6,—
9481.	2 Bleikörper von je 500 g	4,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—

36. Aufg. Das Trägheitsmoment eines Stabes oder einer Scheibe zu bestimmen.

	Mk.
9451. Torsionsgestell	40,—
9482. Messingstab	3,—
9483. Draht mit Messingzapfen	2,50
9484. Bleikörper	4,—
9485. Messingscheibe	5,—
9486. Bleimassen zum Aufstecken	8,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—

III. Aufgaben über den Schall.**37. Aufg. Chladni Klangfiguren darzustellen und nachzuzeichnen.**

9487. Doppelschraubenzwinge nebst viereckiger und runder Scheibe	20,—
9488. Dose mit Sand und Siebchen	1,50
9404. Pinsel	—,50
9489. Fiedelbogen	2,—

38. Aufg. Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel.

9490. Rotierende Trommel nebst Lagergestell	75,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9491. Bärlappsamen	1,—
9492. Siebchen	1,50
9493. Schreibstimmgabel	16,50

39. Aufg. Abhängigkeit von Tonhöhe und Saitenlänge am Monochord.

9494. Monochord	22,—
9495. Gewichtsatz (1—20 kg)	15,—
9496. Filzplatte	2,—
9497. Stimmgabel $c_1=128$	4,—
9498. „ $c_1=256$	4,—
9499. „ $c_2=512$	4,—
9500. Messingdraht von 0,6 mm.	—,80

40. Aufg. Die Abhängigkeit der Tonhöhe von Spannung und Masse der Saite zu untersuchen.

9494. Monochord	22,—
9498. Stimmgabel	4,—
9495. Gewichtsatz	15,—
9501. Drähte	3,—
9426. Massstab	8,50
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50

41. Aufg. Eichung einer Schieberstimmgabel für die Tonleiter.

9494. Monochord	22,—
9495. Gewichtsatz	15,—
9496. Filzplatte	2,—
9502. Messingdraht von 0,6 mm	—,80
9503. Schieberstimmgabel	10,—

42. Aufg. Die Tonhöhe eines Flammentones (chem. Harmonika) zu bestimmen.

9494. Monochord	22,—
9502. Messingdraht von 0,6 mm	—,80
9495. Gewichtsatz	15,—
9496. Filzplatte	2,—
9504. Normalgabel für a	3,—
9505. Chemische Harmonika	7,—

43. Aufg. Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in der Luft mit der Resonanzröhre.

9506. Resonanzröhre mit Vorlage und Schlauch	8,—
9507. Stativ mit Ring	2,80
9508. Gummibänder	—,60
9509. Stimmgabeln	8,—
9426. Maßstab	8,50

44. Aufg. Die Tonhöhe eines Longitudinal schwingenden Stabes mit der Kundtschen Röhre zu bestimmen.

9510. Kundtsche Röhre mit Schraubzwingen	30,—
9426. Maßstab	8,50

45. Aufg. Die Schallgeschwindigkeit in Leuchtgas (Kohlensäure, Wasserstoffgas) zu bestimmen.

9510. Kundtsche Röhre mit Schraubzwingen	30,—
9426. Maßstab	8,50
9511. Gummischlauch	1,10
9512. Kippscher Apparat für CO_2	8,50
9513. „ „ „ H	8,50
9514. Trockenflasche	1,20

46. Aufg. Die Schallgeschwindigkeit in festen Körpern zu bestimmen.

9426. Massstab	8,50
9515. Tonstäbe von Glas, Messing, Kiefernholz	6,—

IV. Aufgaben über die Wärme.**47. Aufg. Die Fundamentalpunkte eines Thermometers zu prüfen.**

9516. Zinkblechtopf mit Rost	6,—
9517. Dampfkesselchen	16,—
9518. Gasbrenner	1,60
9519. Dreifuß	2,50
9520. Dampfmantelrohr	5,—
9521. Bunsensches Stativ mit Klemme	3,30
9522. Thermometer	3,—

48. Aufg. Vergleichung zweier Thermometer zwischen 0° und 100° .

9523. Emaillierter Topf von 8 l	5,—
9524. Dreifuß	1,50
9525. Bunsenbrenner mit Zündflamme	3,80
9526. Normalthermometer	30,—
9527. Zu prüfendes Thermometer	1,25
9521. Bunsensches Stativ mit Klemme	3,30
9528. Rührer	1,50
9425. Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

49. Aufg. Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt von Fixiernatron zu bestimmen.

9529. Wasserbad mit Einsatzdeckel und Thermometer	9,50
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9530. Schmelzgefäß mit Thermometer	4,50
9531. Dreifuß	1,20
9518. Bunsenbrenner	1,60
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

Schüler-
Übungen.

Mk.

**50. Aufg. Die Wärmeausstrahlung eines
blanken Gefäßes zu prüfen.**

9529.	Wasserbad mit Einsatzdeckel und Thermo- meter	9,50
9533.	Blankes Strahlungsgefäß mit Deckelstopfen und Thermometer	3,50
9472.	Beobachtungsuhr	25,—
9518.	Bunsenbrenner	1,60
9425.	Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

**51. Aufg. Die Wärmeausstrahlung eines
berufsten Gefäßes zu prüfen.**

9529.	Wasserbad mit Einsatzdeckel und Thermo- meter	9,50
9534.	Schwarzes Strahlungsgefäß mit Deckelstopfen und Thermometer	3,50
9472.	Beobachtungsuhr	25,—
9518.	Bunsenbrenner	1,60
9425.	Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

**52. Aufg. Den Ausdehnungs-Koeffizient von
Messing zu bestimmen.**

9535.	Ausdehnungsapparat mit Messingrohr u. Mikro- meterschraube	50,—
9426.	Maßstab	8,50
9536.	Gummischläuche	1,80
9517.	Dampfkessel	16,—
9519.	Dreifuß	2,50
9518.	Gasbrenner	1,60
9537.	Abflußrohr mit Thermometer	2,50

53. Aufg. Eine Röhre zu kalibrieren.

9538.	Röhre auf Maßstab	4,—
9539.	Meßgläschen für Quecksilber mit abgeschliffenem Rand	—,60
9540.	Kleine Glasplatte zum Abstreichen	—,20
9541.	Trichterchen	—,20
9542.	Dünner Eisendraht	—,30
9543.	Quecksilberflasche	1,25
9433.	Lupe	1,20
9544.	Papiermachéschale	2,—
9425.	Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

**54. Aufg. Das Gesetz von Boyle und
Mariotte zu prüfen.**

9545.	Kapillare auf Maßstab	7,—
9546.	Kasten mit Zubehör (Trichterchen, Schöpfgläs- chen, Eisendraht)	1,—
9543.	Quecksilberflasche	1,25
9544.	Große Papiermachéschale	2,—
9433.	Lupe	1,20
9547.	Barometer	25,—

**55. Aufg. Den Barometerstand mit Meldes
Kapillare zu bestimmen.**

9545.	Kapillare auf Maßstab	7,—
9546.	Kasten mit Zubehör	1,—
9543.	Quecksilberflasche	1,25
9544.	Papiermachéschale	2,—
9433.	Lupe	1,20

Mk.

**56. Aufg. Den Siedepunkt einer Flüssig-
keit zu bestimmen.**

9548.	Wasserbad mit dreifach tubuliertem Deckel, Thermometer und Manometerrohr	10,—
9517.	Wasserkessel	16,—
9519.	Dreifuß	2,50
9518.	Gasbrenner	1,60
9550.	Schlauch	—,80
9430.	Quecksilber	6,—
9544.	Papiermachéschale	2,—

**57. Aufg. Die relative Luftfeuchtigkeit
zu bestimmen.**

9551.	Hygrometer mit Thermometer	7,—
9552.	Glasschirm	2,50
9553.	Thermometer für die Lufttemperatur	3,—
9554.	Blasebalg	2,—
9536.	Schläuche	1,80
9555.	Stativtischchen	3,30

**58. Aufg. Die Wärmeausdehnung von
Petroleum zu untersuchen.**

9556.	100 gr. Fläschchen mit Marke am engen Hals und Stopfen	1,50
9557.	Kleiner Saugheber dazu	—,30
9395.	Wage	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9558.	Wasserbad mit Thermometer	3,30
9531.	Dreifuß	1,20
9518.	Gasbrenner	1,60
9532.	Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

**59. Aufg. Die Ausdehnung des Wassers
zwischen 0° und 12° zu untersuchen.**

9559.	Spiralrohr aus Messing mit kompensiertem Vo- lumen	18,—
9560.	Wasserbad mit Rührer	3,—
9437.	Tarierwage	28,—
9438.	Gewichtssatz	10,—
9543.	Quecksilberflasche	1,25
9544.	Papiermachéschale	2,—
9561.	Thermometer von 0° bis 20° in $\frac{1}{10}^{\circ}$ geteilt	36,—
9532.	Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

**60. Aufg. Die Spezifische Wärme von
Kupfer (Glas) zu bestimmen.**

9562.	Kalorimeter mit Rührer und Thermometer	11,—
9563.	Kästchen mit Kupferschrot	2,—
9564.	Kästchen mit Glasschrot	1,—
9517.	Dampfkessel	16,—
9519.	Dreifuß	2,50
9518.	Brenner	1,60
9565.	Heizröhre	7,—
9395.	Wage	53,—
9396.	Gewichtssatz	5,50
9547.	Barometer	25,—

**61. Aufg. Die spezifische Wärme von
Petroleum zu bestimmen.**

9562.	Kalorimeter mit Rührer und Thermometer	11,—
9563.	Kupferschrot	2,—
9565.	Heizröhre	7,—

	Mk.
9517. Dampfkesselchen	16,—
9519. Dreifuß	2,50
9518. Brenner	1,60
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50

62. Aufg. Spezifische Wärme einer Flüssigkeit nach dem Erkaltungsverfahren.

9566. Schwarzes Kalorimeter mit Thermometer . . .	16,50
9558. Wasserbad mit Thermometer	3,30
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50
9419. Tarierschrot	—,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

63. Aufg. Die Schmelzwärme von Eis zu bestimmen.

9562. Kalorimeter mit Rührer und Thermometer . . .	11,—
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50

64. Aufg. Die Lösungswärme eines Salzes zu bestimmen.

9562. Kalorimeter mit Rührer und Thermometer . . .	11,—
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50

65. Aufg. Die Dampfwärme des Wassers zu bestimmen.

9562. Kalorimeter mit Thermometer	11,—
9517. Dampfkessel	16,—
9519. Dreifuß	2,50
9518. Brenner	1,60
9567. Dampftrockenrohr	2,—
9568. Schirm	2,50
9395. Wage	53,—
9396. Gewichtsatz	5,50
9536. Gummischlauch	1,80

V. Aufgaben über das Licht.

66. Aufg. Nachweis des Reflexionsgesetzes am Goniometer.

9463. Goniometer	110,—
9569. Ebener Metallspiegel	6,—
9570. Schirm	3,—
9511. Gasschlauch	1,10
9571. Wachs	—,20

67. Aufg. Die Winkel eines dreiseitigen Glasprismas zu bestimmen (Feststehen des Prisma).

9463. Goniometer	110,—
9511. Gasschlauch	1,10
9572. Prisma	8,—
9571. Wachs	—,20
9570. Schirm	3,—

68. Aufg. Die Winkel eines dreiseitigen Glasprismas zu bestimmen (Bewegliches Prisma).

9463. Goniometer	110,—
9511. Gasschlauch	1,10
9570. Schirm	3,—
9572. Prisma	8,—
9571. Wachs	—,20

69. Aufg. Den virtuellen Bildort am ebenen Spiegel zu bestimmen.

9573. Optische Bank nebst 5 Schlitten, 1 Bunsen'schen Brenner mit Ω -förmigem Platindraht als Lichtquelle, 2 Paar übereinander geschobenen Blechringen zum Aufspannen von Papierschirmen, 2 Haltern für Linsen mit federnden Armen, 2 Tischchen, 1 Schnittbrenner für Gas, 2 Blechschirme mit zentraler Bohrung, 1 Bunsen'schen Photometer	66,—
9574. Spiegelchen	1,50

70. Aufg. Abhängigkeit der Beleuchtung von der Kerzenzahl.

9573. Optische Bank	66,—
9575. Petroleumlämpchen	1,50
9576. Wachskerzen	—,60
9577. Gaslampe mit Zündflämmchen	4,50

71. Aufg. Die Lichtstärke eines Flachbrenners nach der breiten und schmalen Seite zu vergleichen.

9573. Optische Bank	66,—
9578. Petroleumflachbrenner	2,50

72/73. Aufg. Bestimmung des durch Rauchgläser absorbierten Lichtes.

9573. Optische Bank	66,—
9579. 2 Petroleumlämpchen	3,—
9580. Rauchgläser	—,50

74. Aufg. Prüfung der Hohlspiegelformel.

9573. Optische Bank	66,—
9511. Gasschlauch	1,10
9581. Kugelhohlspiegel	4,50
9577. Gaslampe mit Zündflamme	4,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

75. Aufg. Prüfung der Linsenformel.

9573. Optische Bank	66,—
9511. Gasschlauch	1,10
9582. Linse mit kleiner Öffnung	1,20
9577. Gaslampe mit Zündflamme	4,50

76. Aufg. Die Brennweite einer Linse nach Bessels Verfahren zu bestimmen.

9573. Optische Bank	66,—
9511. Gasschlauch	1,10
9582. Linse mit kleiner Öffnung	1,20
9577. Gaslampe mit Zündflamme	4,50

Schüler-
Übungen.

Mk.

**77. Aufg. Bestimmung der Brennweite nach
Abbes Verfahren.**

9573. Optische Bank	66,—
9583. Gasflachbrenner	3,—
9584. Schirm mit Millimeterpapier	2,—
9585. Sammellinse	1,50
9433. Lupe	1,20
9426. Maßstab	8,50

**78. Aufg. Den Unterschied der Brenn-
weite von Randstrahlen und Zentral-
strahlen zu bestimmen.**

9573. Optische Bank	66,—
9511. Gasschlauch	1,10
9586. Linse mit großer Öffnung	2,75
9587. Zentral- und Ringblende von schwarzem Papier	—,80
9571. Klebwachs	—,20
9577. Gaslampe mit Zündflamme	4,50

**79. Aufg. Den Unterschied der Brennweite
von blauen und roten Strahlen zu be-
stimmen.**

9573. Optische Bank	66,—
9583. Gasflachbrenner	3,—
9586. Linse	2,75
9588. Blaues und rotes Strahlenfilter	1,—

**80. Aufg. Die Zerstreuungsweite einer
Konkavlinse durch Bestimmung des vir-
tuellen Bildortes zu finden.**

9573. Optische Bank	66,—
9511. Gasschlauch	1,10
9589. Konkavlinse	2,75
9590. Glasschirm mit senkrechtem Diamantstrich	—,80

**81. Aufg. Die Zerstreuungsweite einer
Konkavlinse durch Kombination mit einer
Sammellinse zu bestimmen.**

9573. Optische Bank	66,—
9583. Einsatz mit Gasflachbrenner	3,—
9511. Gasschlauch	1,10
9591. Ebener Spiegel	—,50
9589. Zerstreuungslinse	2,75
9586. Sammellinse	2,75

**82. Aufg. Den Brechungsindex von Glas
mit einem Würfel zu bestimmen.**

9592. Meßbrett mit Diopter	20,—
9593. Glaswürfel	2,—
9454. Schublehre	4,50

**83. Aufg. Den Brechungsindex von
Glas mit einem Halbzylinder zu
bestimmen.**

9463. Goniometer	110,—
9594. Halbzylinder von Glas	22,—
9570. Schirm	3,—
9571. Wachs	—,20

Mk.

**84. Aufg. Den Brechungsindex von
Wasser in einem Halbzylinder zu be-
stimmen.**

9463. Goniometer	110,—
9595. Hohlter Halbzylinder von Glas	22,—
9570. Schirm	3,—
9571. Wachs	—,20

**85. Aufg. Das Brechungsverhältnis von
Glas mit einem Prisma nach der Methode
senkrechten Eintritts zu bestimmen.**

9463. Goniometer	110,—
9596. Prisma mit einem brechenden Winkel von 30°	8,—
9597. Kollimatorlinse	2,75
9598. Rotglas	—,50
9570. Schirm	3,—

**86. Aufg. Den Zusammenhang von Ab-
lenkung, Einfallswinkel und Austritts-
winkel zu untersuchen.**

9463. Goniometer	110,—
9599. Prisma mit brechendem Winkel von 60°	8,—
9598. Rotglas	—,50
9570. Schirm	3,—
9597. Kollimatorlinse	2,75
9425. Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

**87. Aufg. Bestimmung des Brechungs-
exponents von Glas im Prisma bei symme-
trischem Durchgang.**

9463. Goniometer	110,—
9599. Prisma mit brechendem Winkel von etwa 60°	8,—
9598. Rotglas	—,50
9570. Schirm	3,—
9597. Kollimatorlinse	2,75

**88. Aufg. Bestimmung des Brechungs-
exponents einer Flüssigkeit mit Prisma bei
symmetrischem Durchgang.**

9463. Goniometer	110,—
9600. Hohlprisma von ungefähr 60°	8,—
9598. Rotglas	—,50
9570. Schirm	3,—
9597. Kollimatorlinse	2,75
9601. Kassiaöl	1,50

VI. Aufgaben über Magnetismus.**89. Aufg. Darstellung und Abbildung
magnetischer Felder einzelner Pole.**

9602. Zeichenrähmchen auf Stellschrauben	3,—
9603. 3 Holzklötze	3,—
9604. Gestell für die Magnete	4,—
9605. Eisenfeilspäne in Fläschchen mit Siebdeckel	1,50
9606. 2 Paar Stabmagnete	14,—
9607. Ring von Schmiedeeisen	4,—
9608. Lichtpauspapier	1,—

**90. Aufg. Darstellung und Abbildung
magnetischer Felder ganzer Magnete.**

9602. Zeichenrähmchen auf Stellschrauben	3,—
9603. Drei Holzklötze	3,—

	Mk.
9604. Gestelle für Magnete	4,—
9605. Eisenfeilspäne in Fläschchen mit Siebdeckel	1,50
9606. Zwei Paar Stabmagnete	14,—
9609. Rechteckiges Stück Eisen	—,80
9607. Ring von Eisen	4,—
9610. Hufeisenmagnet	1,75
9608. Lichtpauspapier	1,—

91. Aufg. Die Inklination zu bestimmen.

9398. Stellbrett	6,—
9399. Wasserwage	1,60
9611. Inklinatorium	45,—
9612. Magnet	2,—

92. Aufg. Die Abhängigkeit der Polstärke von der Stablänge zu prüfen.

9613. Polwage mit Reitern von 10, 50, 100 Dyn. (vgl. No. 9255, pag. 1035)	75,—
9614. Kästchen mit Magneten	14,—
9426. Maßstab	8,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

93. Aufg. Gesetz der magnetischen Fernwirkung am Magnetometer.

9615. Ablenkungsmagnetometer mit Bussole und zwei Schlitten	50,—
9612. Magnet	2,—

94. Aufg. Bestimmung von M und H mit dem Magnetometer und der Polwage.

9613. Polwage mit Reitergewichten (vgl. No. 9255, pag. 1035)	75,—
9615. Ablenkungsmagnetometer mit 2 Schlitten und Bussole	50,—
9616. Normalmagnet	2,—

95. Aufg. Das magnetische Moment eines Magazins zu prüfen.

9615. Magnetometer mit 2 Schlitten und Bussole	50,—
9616. Normalmagnet	2,—
9617. Zerlegbares magnetisches Magazin	20,—

96. Aufg. Wie hängt das magnetische Moment einer Spule von der Stromstärke ab?

9615. Ablenkungsmagnetometer mit Bussole und Schlitten	50,—
9618. Solenoid	3,—
9619. Leitungsschnüre	2,—
9620. Amperemeter	60,—
9621. Rheostat	44,—
9622. Kommutator	16,—
9623. Batterie	50,—
9616. Normalmagnet	2,—

97. Aufg. Bestimmung des spezifischen Magnetismus.

9615. Magnetometer mit Bussole und Schlitten	50,—
9618. Solenoid	3,—
9619. Leitungsschnüre	2,—
9620. Amperemeter	60,—
9621. Rheostat	44,—

	Mk.
9622. Kommutator	16,—
9623. Batterie	50,—
9616. Normalmagnet	2,—
9624. Stäbe und Drahtbündel von Eisen, Stahl, Nickel	4,—
9437. Wage	28,—
9438. Gewichtssatz	10,—

98. Aufg. Bestimmung von M. H mit dem Schwingungsmagnetometer.

9625. Schwingungsmagnetometer	40,—
9626. Belastungsringe für den Magnet	4,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9437. Wage	28,—
9438. Gewichtssatz	10,—
9426. Maßstab	8,50
9616. Normalmagnet	2,—

99. Aufg. Die Änderung des Momentes beim Magnetisieren durch Streichen zu prüfen.

9625. Schwingungsmagnetismus	40,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9627. Streichmagnete	4,—
9628. Streichgestell	2,—
9629. Stahlstab	1,—
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

VII. Aufgaben über Reibungselektrizität.

Siehe auch Nr. 9071 u. ff. pag. 981—984.

100. Aufg. Eine reibungselektrische Spannungsreihe aufzustellen.

9630. Zwei Elektroskope mit Faraday'schen Gefäßen	80,—
9631. Hartgummistab mit Fell	3,75
9632. Glasstab mit Seide	1,—
9518. Bunsen'scher Brenner	1,60

101. Aufg. Graduierung eines Elektrometers mit der Leydener Flasche.

9633. Elektrometer mit Kettchen und Hohlkugel	48,—
9634. Influenzmaschine mit Kettchen	22,30
9635. Große Leydener Flasche (etwa 16 qdm)	8,—
9636. Ein Satz Probescheibchen an langem Stiel	2,75
9570. Schirm	3,—
9518. Bunsen'scher Gasbrenner	1,60
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

102. Aufg. Graduierung des Elektrometers mit dem Spitzenkonduktor.

9633. Elektrometer mit Kettchen und Hohlkugel	48,—
9634. Influenzmaschine mit Kettchen	22,30
9637. Spitzenkonduktor	22,—
9636. Ein Satz Probescheibchen	2,75
9570. Schirm	3,—
9518. Bunsen'scher Brenner	1,60
9532. Koordinatenpapier	—,30

103. Aufg. Die Entladung eines Elektrometers durch Spitze und Flamme zu untersuchen.

(1. Abhängigkeit vom Abstand.)

9633. Elektrometer	48,—
9638. Bank mit verstellbarem Maßstab und Schlitten- führung	18,—

Schüler-
Übungen.

	Mk.
9518. Gasbrenner	1,60
9639. Zwei Kettchen	—,30
9640. Ausstrahlungsspitze	1,50
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9631. Hartgummistab und Pelz	3,75
9632. Glasstab und Seide	1,—
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

104. Aufg. Die Entladung des Elektrometers durch Spitze und Flamme zu untersuchen.**(2. Abhängigkeit von der Zeit.)**

9633. Elektrometer mit Ladungsskala	48,—
9640. Ausstrahlungsspitze	1,50
9518. Gasbrenner	1,60
9639. Zwei Kettchen	—,30
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9631. Reibzeug	3,75
9425. Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

105. Aufg. Entladung des Elektrometers durch einen schlechten Leiter.**(1. Abhängigkeit von der Länge.)**

9633. Elektrometer	48,—
9641. Isoliersäule auf Fuß	4,—
9639. Zwei Kettchen	—,30
9642. Paraffinierter Holzstab	1,50
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9631. Reibzeug	3,75

106. Aufg. Entladung eines Elektrometers durch einen schlechten Leiter.**(2. Abhängigkeit von der Zeit.)**

9633. Elektrometer mit Ladungsskala	48,—
9641. Isoliersäule auf Fuß	4,—
9642. Paraffinierter Holzstab	1,50
9639. Zwei Ableitungskettchen	—,30
9631. Reibzeug	3,75
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9425. Koordinatenpapier (2 mm)	—,30

107. Aufg. Graduierung eines Elektrometers mit Faraday's Gefäßs.

9633. Elektrometer mit Gradteilung	48,—
9643. Faraday's Gefäß	9,—
9644. Isolierblock	1,20
9645. Schellackkugel an Isolierstiel	1,40
9646. Fell	3,—
9647. Verbindungsdraht	—,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

108. Aufg. Graduierung eines Elektrometers mit der Trockensäule.

9633. Elektrometer mit Gradskala	48,—
9639. Kettchen	—,30
9648. Trockensäule	24,—
9649. Zwei Verbindungsdrähte mit federnden Klemmen und Isoliergriffen	4,50

109. Aufg. Die Dichtigkeitsverteilung am Spitzenkonduktor zu untersuchen.

9633. Elektrometer mit Ladungsskala und Hohlkugel	48,—
9639. Kettchen	—,30

	Mk.
9650. Spitzenkonduktor	22,—
9634. Elektrisiermaschine	22,—
9651. Probescheibchen	1,20
9570. Schirm	3,—
9518. Bunsen'scher Brenner	1,60
9425. Koordinatenpapier	—,30

110. Aufg. Das Strömen der Elektrizität durch einen Halbleiter.

9652. Selbstentlader	18,—
9635. Große Leydenerflasche	8,—
9653. Quadrant-Elektroskop	12,—
9634. Influenzmaschine	22,—
9639. Kettchen	—,30
9654. Zwei leinene Bänder von je 1 m Länge	—,80
9472. Beobachtungsuhr	25,—

111. Aufg. Die Messung von Funkenpotentialen.

9633. Elektrometer bis ca. 7000 Volt mit Voltskala	48,—
9655. Kleine Leydener Flasche	6,—
9656. Funkenmikrometer	48,—
9634. Influenzmaschine	22,—
9657. Leinenes Band	—,50
9639. Kettchen	—,30
9658. Verbindungsdrähte	—,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

112. Aufg. Die Kapazität des Elektrometers mit dem Entladungselektrometer zu bestimmen.

9633. Elektrometer mit Voltskala bis 7000 Volt	48,—
9659. Entladungselektrometer	30,—
9642. Paraffinierter Holzstab	1,50
9660. Messinghohlkugel von 20 cm Durchmesser mit Stift zum Aufsetzen auf den Elektrometer-Zuleiter	13,—
9631. Hartgummistab und Pelz	3,75

113. Aufg. Die Verstärkungszahl eines Kondensators zu bestimmen.

9633. Elektrometer mit Voltskala bis 7000 Volt	48,—
9659. Entladungselektrometer	30,—
9642. Paraffinierter Holzstab	1,50
9631. Reibzeug	3,75
9661. Zylinderkondensator mit Stift zu Aufsetzen auf das Elektrometer, herausnehmbarem Zylinder und Paraffin als Dielektrikum	6,—

114. Aufg. Wie hängt die Kapazität eines Kondensators vom Plattenabstand ab?

9633. Elektrometer bis 7000 Volt	48,—
9662. Verbindungsdraht	—,50
9659. Entladungselektrometer	30,—
9663. Halbleiter	—,60
9664. 20 cm-Kugel auf Isolierfuß	13,—
9665. Schlittenkondensator	40,—
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

115. Aufg. Vergleichung zweier Kapazitäten durch Gegenschaltung (Cavendish).

9633. Elektrometer	48,—
9666. Paraffinkondensator auf Isolierfuß	9,—

	Mk.
9665. Schlittenkondensator	40,—
9631. Reibzeug	3,75
9639. Kettchen	—,30
9649. Verbindungsdrähte mit Isoliergriffen	4,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

116. Aufg. Bestimmung der Elektrometer-Kapazität durch Teilung der Ladung.

9633. Elektrometer mit Voltskala	48,—
9662. Draht	—,50
9664. 20 cm-Kugel auf Isolierfuß	13,—
9631. Reibzeug	3,75

117. Aufg. Die Verstärkungszahl eines Kondensators durch alternierende Entladung zu bestimmen.

9633. Elektrometer mit Voltskala	48,—
9667. Kondensatorplatte an Hartgummistiel und Kollektorplatte	5,—
9631. Reibzeug	3,75
9518. Bunsen'scher Brenner	1,60

118. Aufg. Eichung des Elektrometers mit Akkumulatorbatterie und Kondensator.

9633. Elektrometer mit Voltskala	48,—
9665. Kondensator	40,—
9668. Akkumulatorbatterie	100,—
9649. Verbindungsdrähte mit Isoliergriffen	4,50
9518. Bunsen'scher Gasbrenner	1,60
9669. Langer Schlauch	3,30
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

VIII. Aufgaben über Galvanismus.

119. Aufg. Graduierung des Galvanometers mit Magneten.

9670. Galvanometer mit Magnetometerschienen	100,—
9671. Zwei Magnetstäbe	6,50
9672. Braunsteinelement	3,—
9673. Widerstand nach Wheatstone	60,—
9674. Stromschlüssel	10,—
9675. Leitungsdrähte	—,50

120. Aufg. Graduierung eines Galvanometers mit der Thermobatterie.

9676. Thermobatterie mit Wassernäpfen und Schirm	30,—
9518. Gasbrenner	1,60
9531. Dreifuß	1,20
9670. Galvanometer	100,—
9675. Zuleitungen	—,50
9622. Kommutator	16,—

121. Aufg. Das Galvanometer mit Normalelement und Rheostat zu eichen.

9670. Galvanometer	100,—
9677. Widerstandskasten	165,—
9622. Kommutator	16,—
9675. Leitungsdrähte	—,50
9623. Akkumulator	50,—

122. Aufg. Eichung eines Amperemano-meters mit dem Amperemeter.

9678. Wasserzersetzungssapparat mit Kapillare und Manometer	20,—
9623. Akkumulatorbatterie	50,—
9679. Widerstandskasten	48,—
9622. Kommutator	16,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50

123. Aufg. Bestimmung des spezifischen Widerstands durch Substitution.

9670. Galvanometer	110,—
9676. Thermobatterie	30,—
9679. Widerstandskasten	48,—
9680. Ein-Ohm-Draht	14,—
9681. Meßband	3,50
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9427. Mikrometer	10,—
9682. Trommel mit Nickelindraht	3,50
9622. Linienumschalter	16,—

124. Aufg. Den Spannungsabfall eines Volta-Elementes zu untersuchen.

9683. Voltmeter	60,—
9684. Demonstrationselement	14,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9685. Stromschlüssel	10,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

125. Aufg. Das Galvanometer mit dem Kupfervoltmeter zu eichen.

9670. Galvanometer	110,—
9623. Großplattiger Akkumulator	50,—
9686. Kupfervoltmeter	8,50
9679. Widerstandskasten	48,—
9622. Kommutator	16,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9437. Wage	28,—
9438. Gewichtsatz	10,—
9472. Beobachtungsuhr	25,—

126. Aufg. Das Galvanometer mit dem Knallgasvoltmeter zu eichen.

9670. Galvanometer	110,—
9623. Zwei großplattige Akkumulatoren hintereinander geschaltet	50,—
9687. Wasserstoffvoltmeter	12,—
9679. Widerstandskasten	48,—
9622. Kommutator	16,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9472. Beobachtungsuhr	25,—
9547. Barometer	25,—
9553. Thermometer	3,—

127/128. Aufg. Bestimmung von Klemmenspannung und innerem Widerstand eines Daniellschen Elementes (einer Thermosäule).

9670. Galvanometer	110,—
9684. Demonstrationselement	14,—
9679. Widerstandskasten	48,—
9622. Kommutator	16,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50

Schüler-
Übungen.

Mk.

129. Aufg. Messung einer elektromotorischen Kraft durch Gegenschaltung.

9623.	Akkumulator	50,—
9684.	Demonstrationselement	14,—
9670.	Galvanometer	110,—
9679.	Widerstandskasten	48,—
9622.	Kommutator	16,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50

130. Aufg. Wie hängt die thermoelektrische Kraft von der Temperatur ab?

9688.	Thermoelement (Eisen-Konstanten) mit Glas- mantel für Wasserkühlung	7,50
9670.	Galvanometer	110,—
9675.	Leitungsdrähte	—,50
9689.	Warmwasserbad	4,—
9531.	Dreifuß	1,20
9518.	Gasbrenner	1,60
9553.	Thermometer	3,—
9690.	Gummischläuche	2,20
9691.	Abflußrohr mit Thermometer	3,50
9672.	Braunsteinelement	3,—
9532.	Koordinatenpapier	—,30

**131. Aufg. Die Richtigkeit des Jouleschen Gesetzes über die Stromwärme zu prüfen.
(1. Abhängigkeit von der Stromstärke).**

9692.	Joulesches Kalorimeter	15,—
9620.	Amperemeter	60,—
9437.	Wage	28,—
9438.	Gewichtssatz	10,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—
9623.	Akkumulatorenbatterie	50,—
9679.	Widerstandskasten	48,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9685.	Stromschlüssel	10,—

**132. Aufg. Die Richtigkeit des Jouleschen Gesetzes über die Stromwärme zu prüfen.
(2. Abhängigkeit vom Widerstand.)**

9692.	Kalorimeter	15,—
9620.	Amperemeter	60,—
9437.	Wage	28,—
9438.	Gewichtssatz	10,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—
9623.	Akkumulatorenbatterie	50,—
9679.	Widerstandskasten	48,—
9680.	Ein-Ohm-Draht	14,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9685.	Stromschlüssel	10,—

133. Aufg. Das Wärmeäquivalent der Stromarbeit zu bestimmen.

9692.	Kalorimeter	15,—
9437.	Wage	28,—
9438.	Gewichtssatz	10,—
9472.	Beobachtungsuhr	25,—
9623.	Akkumulatorbatterie	50,—
9679.	Widerstandskasten	48,—
9685.	Stromschlüssel	10,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9683.	Voltmeter	60,—
9620.	Amperemeter	60,—

Mk.

134/135. Aufg. Das Potentialgefälle in einem ausgespannten (nicht) homogenen Draht zu untersuchen.

9693.	Rheochord von 1 m Länge	25,—
9694.	Thermobatterie von ca 3 Volt	15,—
9695.	Leitungsschnüre	2,—
9622.	Kommutator	16,—
9670.	Galvanometer	110,—
9532.	Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

136. Aufg. Versuche am Brückenmodell.

9696.	Brückenmodell	30,—
9694.	Thermobatterie von 3 Volt	15,—
9697.	Galvanoskop	20,—
9675.	Leitungsdrähte	—,50
9695.	Leitungsschnüre	2,—

137. Aufg. Die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes eines Drahtes von der Länge zu untersuchen.

9698.	Meßbrücke	22,—
9694.	Thermobatterie	15,—
9697.	Galvanoskop	20,—
9699.	Vergleichswiderstände ($\frac{1}{3}$, 1, 2 Ohm)	18,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9426.	Längenkomparator	8,50
9700.	Konstantandrähte verschiedener Länge und gleicher Dicke	9,—

138. Aufg. Die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes eines Drahtes vom Querschnitte zu untersuchen.

9698.	Meßbrücke	22,—
9694.	Thermobatterie	15,—
9697.	Galvanoskop	20,—
9701.	Vergleichswiderstände ($\frac{1}{10}$, $\frac{1}{3}$, 1 Ohm)	18,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9426.	Längenkomparator	8,50
9427.	Mikrometer	10,—
9702.	Konstantandrähte gleicher Länge und verschie- denen Querschnittes	9,—

139. Aufg. Bestimmung des spezifischen Widerstandes.

9698.	Meßbrücke	22,—
9694.	Thermobatterie	15,—
9697.	Galvanoskop	20,—
9701.	Vergleichswiderstände ($\frac{1}{10}$, $\frac{1}{3}$, 1 Ohm)	18,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9426.	Längenkomparator	8,50
9427.	Mikrometer	10,—
9703.	Drähte verschiedenen Materials	6,—

140. Aufg. Den Einfluss der Temperatur auf den Widerstand von Metalldrähten zu prüfen.

9698.	Meßbrücke	22,—
9694.	Thermobatterie	15,—
9697.	Galvanoskop	20,—
9704.	Vergleichswiderstand (1 Ohm)	6,—
9675.	Verbindungsdrähte	—,50
9705.	Kupferdrahtspule	2,—

	Mk.
9706. Manganindrahtspule	2,—
9707. Ölbad mit Thermometer	6,—
9531. Dreifuß	1,20
9708. Asbestplatte	—,20
9518. Bunsenbrenner	1,60

141. Aufg. Wie ändert sich der Widerstand eines Drahtes durch mechanische Einflüsse und Ausglühen.

9698. Meßbrücke	22,—
9694. Thermobatterie	15,—
9697. Galvanoskop	20,—
9709. Vergleichswiderstand ($\frac{1}{4}$ Ohm)	6,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9710. Starker Messingdraht	—,60
9711. Klemmschrauben	—,80
9712. Eisenstift	—,10
9713. Spirituslampe	1,—

142. Aufg. Die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes einer Flüssigkeit von der Länge zu untersuchen.

9698. Meßbrücke	22,—
9694. Thermobatterie	15,—
9697. Galvanoskop	20,—
9714. Vergleichswiderstände (100, 200, 300 Ohm)	24,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9715. Meßröhre mit verschiebbaren Kupferelektroden	9,—

143. Aufg. Einfluss der Temperatur auf den Widerstand einer Kupfervitriollösung zu untersuchen.

9698. Meßbrücke	22,—
9694. Thermobatterie	15,—
9697. Galvanoskop	20,—
9716. Vergleichswiderstände (100, 200 Ohm)	16,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9717. U-Röhre mit Kupferelektroden	12,—
9718. Wasserbad	3,—
9531. Dreifuß	1,20
9518. Gasbrenner	1,60
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

144. Aufg. Wie hängt der spezifische Widerstand einer Kupfervitriollösung von der Konzentration ab?

9698. Meßbrücke	22,—
9694. Thermobatterie	15,—
9697. Galvanoskop	20,—
9719. Vergleichswiderstände (40, 70, 100 Ohm)	24,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9720. Widerstandsgefäß	9,—
9437. Wage	28,—
9438. Gewichtsatz	10,—
9417. Uhrglas	—,10
9721. Becherglas für 200 gr	—,30
9419. Tarierschrot	—,50
9722. Meßzylinder von 100 ccm	1,—
9421. Tropfenzähler	—,40
9422. Hornlöffel	—,25
9402. Pinzette	—,45
9423. 6 Stück 100 g Gläschen	2,—
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

145. Aufg. Ein Galvanoskop mit Hilfe des Galvanometers zu graduieren und zu eichen.

9670. Galvanometer	110,—
9697. Galvanoskop	20,—
9623. Akkumulator	50,—
9698. Wheatstones Brücke	22,—
9622. Kommutator	16,—
9723. Verzweigungskasten	32,—
9679. Widerstandskasten	48,—
9675. Verbindungsdrähte	—,50
9532. Koordinatenpapier (1 mm)	—,30

146. Aufg. Prüfung der Voltaschen Spannungsreihe.

9724. Elementenglas von H-Form auf Fuß	5,—
9725. Elektroden (Mg, Zn, Cd, Cu, Ag)	16,—
9683. Voltmeter	60,—
9726. Smirgelleinen	—,10
9675. Leitungsdrähte	—,50



Zeugnisse.

Zeugnisse.

Realschule.

Tschernigow, den 24. Januar 1907.

Ich drücke Ihnen meinen besten Dank für den von Ihrer Firma erhaltenen Projektionsapparat aus und füge hiermit bei, daß ich auch damit sehr zufrieden bin.

W. Krukowsky, Direktor.

Kaiserin Augusta-Viktoria-Gymnasium.

Linden-Hannover, den 28. Januar 1907.

Indem ich der verehrlichen Firma mitteile, daß die Apparate heute richtig eingetroffen und zu meiner Zufriedenheit ausgefallen sind, bitte ich noch um Folgendes . . .

Dr. Hoffmann, Oberlehrer.

Hemelingen, den 23. Januar 1907.

Die Sendung ist gut ausgefallen.

Martin H. Wilkens.

Ecole Abbatiale.

Abbaye de Maredsous, le 30. Janvier 1907.

Je viens de recevoir les appareils que vous m'avez expédiés le 7 cr. Tout est arrivé en bon état. Je suis très satisfait de votre envoi, les instruments sont parfaitement construits et fonctionnent très bien.

P. D. Henri Mariage, O.S.B. Prof. de Physique.

Progymnasium.

Schwelm, den 17. Januar 1907.

Die verschiedenartigste Verwendung des Projektionsapparates hat stets unsere Erwartungen übertroffen und wir verfehlen nicht, Ihnen unseren verbindlichsten Dank auszusprechen.

Oberlehrer Dr. Lücken.

Universität Gregoriana.

Roma, le 15 Janvier 1907.

Tous les instruments sont bien arrivés sans aucun dérangement et fonctionnent très bien.

Cesare Goretti, Professeur.

Kasteel Gemert (Noord-Brabant), le 2 Janvier 1907.

Le colis m'est arrivé en très bon état. La machine Wimshurst m'a donné pleine satisfaction: elle fonctionne bien et paraît robuste. Je vous remercie donc.

G. Muthuon, Professeur.

Petit Séminaire.

Roulers, le 31 Decembre 1906.

J'ai été jusqu'ici très satisfait de la manière dont vous avez exécuté mes ordres et les appareils que vous m'avez fournis répondent entièrement à mon attente.

Dr. R. Dumez, Professeur.

Kollegium Paul Galagan.

Kiew, den 18. Dezember 1906.

Universalstativ habe ich vorgestern bekommen; es ist in ganz gutem Zustande angekommen.

Assistent A. v. Janitzky.

Gymnasium.

Umea (Schweden), den 14. Dezember 1906.

Vor einigen Tagen empfangen wir Ihre Sendung an das Gymnasium in Umea und haben wir alles ausgepackt und alles unbeschädigt gefunden. Mein Oberlehrer in der Physik erklärt, daß er mit den Apparaten sehr zufrieden sei.

J. V. Lindgren, Direktor.

R. Liceo Galuppi.

Catanzaro (Italien), den 14. Dezember 1906.

Die Apparate sind gut angekommen und ich bin mit ihnen zufrieden.

Dr. Modesto Cinelli.

Oberes Gymnasium.

Basel, den 13. Dezember 1906.

Die Apparate sind richtig angekommen und ich habe Ihnen sofort durch die Handelsbank den Betrag schicken lassen. Die Sachen entsprechen ganz meinen Erwartungen.

Professor Dr. Henri Veillon.

Colegio de San Ignacio.**Barcelona-Sarria**, den 12. Dezember 1906.

Hierdurch haben wir die Ehre Ihnen zu schreiben, daß die Sendung zur rechten Zeit eingetroffen ist, und daß alles vollständig unseren Erwartungen entspricht. Unseren herzlichsten Dank für Ihre Mühe.

P. Joaquin Ma. de Barnola, Professor.

Kgl. Gymnasium.**Ludwigshafen**, den 11. Dezember 1906.

Besten Dank für die überaus rasche Uebersendung der Apparate.

Gottlieb Kemlein, Gymnasial-Professor.

Collège St. Amand.**Courtrai (Belgien)** le 7 Décembre 1906.

J'ai été très content de votre envoi et je vous remercie du soin que vous y avez mis.

Jos. Eghels, Professeur.

Collège St. Joseph.**Alost (Belgien)**, den 3. Dezember 1906.

Ihre werthe Firma bleibt im Apparaten-Register des Collegs als eine der besten aufgeschrieben und bei erster Gelegenheit werden wir uns zweifellos wieder nach Cöln wenden.

P. C. Taepper, Professor.

Mädchenlyceum.**Salzburg (Oesterreich)**, den 5. Dezember 1906.

Ich habe in vergangenen Jahren für die k. k. Oberrealschule und die Lehrerinnenbildungsanstalt in Salzburg aus Ihrer Fabrik Apparate bezogen, mit denen wir sehr zufrieden waren.

Hans Schöllner.

Missiehuis.**Arnhem (Holland)**, den 3. Dezember 1906.

Im Laufe des nächsten Jahres 1907 oder 1908 hoffe ich noch einige Apparate bei Ihnen bestellen zu können und die optische Sammlung vollständig zu machen, denn mit den gelieferten bin ich sehr zufrieden.

P. H. v. t'Westeinde.

Ecole supérieure de commerce et de finance.**Anvers**, le 3 décembre 1906.

L'appareil universel pour projection est l'objet de l'admiration de tous les connaisseurs tant pour le fini de l'exécution que pour la régularité du fonctionnement. Je vous félicite de la manière dont vous avez disposé les charbons. La cralère garde très bien ses positions pendant toute la durée de la combustion des crayons.

P. Th. Beernaert, Professor.

Collège Notre Dame de la Paix.**Namur**, den 2. Dezember 1906.

Vor einigen Tagen erhielt ich die gesandten Nebenapparate für Doppelbrechung. Nachdem ich dieselben sorgfältigst durchprobiert habe, beeile ich mich Ihnen mitzuteilen, daß ich mit denselben äußerst zufrieden bin. Sämtliche in Ihrem Kataloge angezeigten Versuche gelangen überraschend gut. Diese Resultate haben mich um so mehr erfreut, als ich den Projektionsapparat selber vor mehr denn 5 Jahren von Ihnen bezog und ich daher befürchtete, der Nachbezug jener Teile möchte seine Uebelstände haben. Ich danke Ihnen also bestens für Ihre sorgfältige Bedienung.

P. H. de Greef, Professor.

Damian Institut.**Simpelveld (Holland)**, den 28. November 1906.

Bringe Ihnen hiermit ergebenst zur Anzeige, daß die zwei Kisten mit den bestellten Apparaten nunmehr hier eingetroffen sind und alles nach Wunsch ausgefallen ist.

Prof. Anselm Löning.

Kgl. Seemaschinistenschule.**Geestemünde**, den 28. November 1906.

Die Apparate sind tadellos gearbeitet; sie gefallen mir sehr.

Direktor Eckhardt.

Zeugnisse.

Städt. Realschule.

Haspe i. W., den 31. Oktober 1906.

Die Sendung vom 8. September ist tadellos eingetroffen; ebenso der Tisch für den Projektionsapparat. Oberlehrer Förster.

Missiehuys.

Arnhem, den 5. November 1906.

Die Kiste mit Instrumenten ist in gutem Zustande angekommen und die Apparate gefallen mir sehr.

P. H. v. t'Westeinde.

Budapest, den 30. Oktober 1906,

Glasphotogramme gut angekommen, sind wunderbar schön und ich bin sehr zufrieden. Dr. Ernest Szeghy.

Höhere Handelsschule.

Landau (Pfalz), den 21. Oktober 1906.

Ich bin mit der Sendung sehr zufrieden. Dank der trefflichen Verpackung kam alles unversehrt an

Indem ich Ihnen für die übersandten Apparate, namentlich für die Kristallmodelle, nochmals meine Anerkennung ausspreche, zeichnet

achtungsvoll Jos. Fischer, gepr. Fachlehrer.

Dresden-Striesen, den 14. Oktober 1906.

Im Besitze der mir von Ihnen gelieferten 2 Magnet-Induktoren Nr. 6912 Ihres Preisverzeichnisses beeile ich mich zunächst, Ihnen meine volle Anerkennung über die Akkuratess, mit welcher dieselben gearbeitet sind, hierdurch auszusprechen. Dr. Heymann.

Gewerbliche Fortbildungsschule.

Geestemünde, den 9. Oktober 1906.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß ich bereits für die Kgl. Seemaschinenschule Apparate von Ihnen bezogen habe, welche sich tadellos bewährt haben.

Direktor Eckhardt.

Boppard, den 9. Oktober 1906.

Die Firma E. Leybold's Nachfolger in Cöln a. Rh. hat vor einigen Monaten in dem Neubau des hiesigen Gymnasiums Lehr-, Vorbereitungs- und Sammlungszimmer für den physikalischen Unterricht eingerichtet, desgleichen, wie auch schon in früheren Jahren, eine grössere Anzahl von Apparaten geliefert. Sowohl die Einrichtungsgegenstände als auch die Apparate sind vollständig zu unserer Zufriedenheit ausgefallen.

gez. Gymn.-Dir. Clar.

gez. Oberlehrer Busenbender.

Collège St. Joseph.

Marneffe, par Huccorgne, le 16 sept. 1906.
(Belgien.)

Monsieur,

Mon prédécesseur ici, Mr. Guérault s'était adressé à vous et a été satisfait de vos fournitures. En conséquence je vous envoie cette commande P. J. d'Ambrières.

Königl. Seminar.

Dorsten, Westf., den 15. September 1906.

Eine Kiste mit den bestellten Apparaten ist angekommen; ich habe sie ausgepackt und alles in tadellosem Zustande gefunden. Seminarlehrer Brock.

Hoogere Burgerschool.

Deventer (Holland), den 15. September 1906.

Ich beehre mich, Ihnen Kenntnis zu geben, daß die von Ihnen gesandten Apparate gestern in bester Ordnung angekommen sind. Dr. J. J. le Roy, Direktor.

Utrecht, den 13. September 1906.

Ontvang mijn besten dank voor de toezending van beide apparaten die in zeer goeden staat zijn aan gekomen en waar mede reeds proeven zijn genomen die goed slaagden.

J. Coenradie, Amanuensis.

Collège St. Joseph.

Alost (Belgien), den 7. September 1906.

Ihre Sendung ist in durchaus perfektem Zustande hier angekommen und ich bin mit der Lieferung äußerst zufrieden.

Professor C. Taepper.

Colegio Británico.

Buenos Aires, Septiembre 4 de 1906.

Cumplo con el deber de manifestarles mi mas completa conformidad para los doce cajones de aparatos de física que por su intermedio, recibí de la casa E. Leybold's Nachfolger Colonia: en la práctica han dado el mejor resultado y, como profesor de la materia, no puedo mas que felicitarlos de la adquisición.

Saluda á Vdes muy atentamente:

gez. L. Martin.

Instituto „Nicolás Avellaneda“

Buenos Aires, Septiembre 4 de 1906.

Tenemos el agrado de comunicar á Vds, que los aparatos de Física de la casa del Señor E. Leybold's Nachfolger, Colonia, que fueron pedidos por intermedio de Vds, y están en uso en este Instituto, han dado muy buenos resultados.

También hacemos constar la corrección y buena voluntad con que Vds, nos han servido.

Sus muy attos. y Ss. S., Dastugne y Sabaté.

Colegio del Salvador.

Buenos Aires, Septiembre 1 de 1906.

En contestación á su atenta del 22 de Agosto último debo decirles que la prueba más explícita que puedo dar de mi satisfacción respecto de los aparatos de Física de la casa del Señor E. Leybold's Nachfolger de Colonia, está en que he recomendado dicha Casa á cuantos profesores de otros colegios han venido á hablarme, cuando trataban de adquirir aparatos para sus gabinetes.

Con este motivo soy de VV. atento S. S.

Vicente Gambón S. J.

Gymnasium.

Limburg a. d. Lahn, den 26. August 1906.

Die von E. Leybold's Nachfolger für das Gymnasium zu Limburg a. d. L. gelieferte Einrichtung des physikalischen Zimmers hat sich während eines einjährigen Gebrauchs in jeder Hinsicht bewährt. Auch erkennen wir gern an, daß die Firma auf unsere besonderen Wünsche bereitwilligst eingegangen ist und sie in zuvorkommendster Weise erfüllt hat.

Gez. Klau, Gymnasialdirektor.

Hamburg, den 26. August 1906.

Immenhof 13.

Mit bestem Dank bestätige ich den Empfang des Kraftlinienapparates. Ich bin von der Ausführung des Apparates sehr befriedigt; der Apparat funktioniert tadellos.

Professor E. Grimsehl.

Oberrealschule.

Göttingen, den 21. Oktober 1906.

Bei meiner Rückkehr aus den Ferien am 15. August fand ich ihre Sendung hierselbst vor. Soweit ich bisher beurteilen kann, ist alles in unversehrtem Zustande hier angekommen und machen die Apparate einen vortrefflichen Eindruck.

Oberlehrer Freise.

Institut de Physique de l'Université.

Liège (Belgique), le 14 Août 1906.

Monsieur.

J'ai bien reçu le bel instrument que vous m'avez envoyé. Je me propose de l'employer prochainement et je ne doute pas qu'il me satisfait pleinement.

Dr. P. de Heen, Professeur.

Zeugnisse.

Gymnasium.**Wertheim**, den 7. August 1906.

Mit Gegenwärtigem benachrichtige ich Sie von der richtigen Ankunft der bestellten Apparate von ganz vorzüglicher Herstellung.

Professor Bunkofer.

Paritätische Mittelschule.**Letmathe**, den 3. August 1906.

Ihre Sendung ist eingetroffen; ich bin mit derselben sehr zufrieden. Die Apparate sind sauber und sehr exakt angefertigt.

E. Metzger, Rektor.

Städtische Realschule.**Haspe i. Westfalen**, den 16. Juli 1906.

Die Apparate sind in tadellosem Zustande angekommen.

O. Förster, Oberlehrer.

École Normale.**Champion lez Namur**, le 19 juillet 1906.

(Belgique.)

J'ai reçu samedi le petit colis expédié le 10 courant. Tout était en très bon état; je vous en remercie.

Soeur Berchmans de Marie.

Kgl. Gymnasium.**Emmerich**, den 13. Juli 1906.

Ich spreche Ihnen meinen besten Dank aus für die prompte Erledigung. Es freut mich eine neue Bestellung bei Ihnen machen zu können.

Oberlehrer König.

Oberes Gymnasium.**Basel**, den 9. Juli 1906,

Ihre beiden Sendungen habe ich richtig erhalten und ich danke Ihnen sehr für die gute Ausführung und sorgfältige Verpackung, dank deren alles in gutem Zustande angekommen ist.

Professor Dr. Henri Veillon.

Luisenschule.**Magdeburg**, den 7. Juli 1906.

Die von mir seiner Zeit bestellten Apparate sind in sehr gutem Zustand hier angekommen; ich stehe nicht an, Ihnen für die Ausführung derselben meine vollste Anerkennung auszusprechen.

Dr. E. Kleinfeldt, Oberlehrer.

Gymnasium.**Tarnow (Galizien)**, den 5. Juli 1906.

Dabei beehre ich mich, Ihnen meine vollkommenste Zufriedenheit zu offenbaren und danke Ihnen bestens für die solide Ausführung aller Apparate.

Gustav Lesnodorski, Gymnasiallehrer.

Realschule.**Eisleben**, den 1. Juli 1906.

Ich bestätige den Empfang der Apparate, die alle gut angekommen und zu meiner vollen Zufriedenheit ausgefallen sind.

Oberlehrer Franz Willers.

Paritätische Mittelschule.**Letmathe**, den 1. Juli 1906.

Die Kisten sind angekommen und von mir ausgepackt worden. Die Sachen sind soweit man dem Anscheine nach beurteilen kann und darf, tadellos ausgefallen.

Rektor E. Metzger.

Handelsakademie St. Gallen.**St. Gallen (Schweiz)**, den 25. Juni 1906.

Endlich finde ich Zeit, Ihnen Ihre 3 Sendungen bestens zu verdanken; die Apparate sind ganz zu meiner Zufriedenheit ausgefallen.

Dr. R. Renfer.

Commerzschule.**Rybinsk (Rußland)**, den 9/22. Juni 1906.

Teile Ihnen, geehrter Herr, hierdurch mit, daß wir die Projektionslaterne nebst Zubehör am 7/20. Juni in unversehrtem Zustande erhalten haben.

E. v. Pezold, Direktor.

Höhere Mädchenschule.**Wernigerode a. Harz**, den 22. Juni 1906.

Sendung empfangen, befriedigt sehr

F. Rasche, Mittelschullehrer.

Missiehuis, Velperweg.

Arnhem (Holland), den 23. Juni 1906.

Die Apparate sind zu unserer Zufriedenheit angekommen.

Missionare vom Heiligsten Herzen.

Seminario Conciliar.

Parana (Argentinien), Mayo 12 de 1906.

Was im übrigen die Sendung anbetrifft, so spreche ich Ihnen meine vollste Zufriedenheit aus: die Arbeit ist solid, die Anordnung geschmackvoll.

P. Christian Freisem, Vice-Rektor.

Oberes Gymnasium.

Basel, den 9. Juni 1906.

Ihre Sendung ist in tadellosem Zustande angelangt.

Prof. Dr. Henri Veillon.

Wilson College House.

Bombay (British India), 28 th October 1905.

All the other articles were very satisfactory and I am glad to have them.

D. Mackichan.

Höhere Mädchenschule.

Geestemünde, den 4. Juni 1906.

Zeige Ihnen den Empfang der Wage an; dieselbe ist sehr sauber gearbeitet und gerade für einfachere Verhältnisse sehr passend.

Dr. Regensburger, Oberlehrer.

Friedrichstraße 29, I.

Biebrich, den 28. Mai 1906.

Hierdurch teile ich Ihnen ergebenst mit, daß Ihre Sendung heute wohlbehalten in meinen Besitz gekommen ist und daß sämtliche Apparate meinen vollen Beifall gefunden haben.

A. Braun, Oberlehrer.

Laboratoire de Physique de
l'Université de Clermont-Ferrand.

Clermont (France), le 5. Mai 1906.

Nous sommes très contents des cuves que vous nous avez fournies.

Prof. L. Bouchet.

Navigationsschule.

Hamburg, den 4. Mai 1906.

Indem wir zurückkommen auf Ihre Zuschriften vom 11. und 30. v. Mts. können wir Ihnen mitteilen, daß das Modell jetzt fertig montiert ist und gut funktioniert.

Dr. Bolte, Direktor.

München, den 4. Mai 1906.

Gelieferte Elektrisiermaschine funktioniert sehr gut.

H. Thomas, Kgl. Zollamts-Assistent.

Cöthen (Anhalt), den 3. Mai 1906.

Für die uns gestern zugegangene Sendung, bestehend aus 1 Stöpselwiderstand, 1 Kurbelrheostat im Holzrahmen, 1 Voltmesser mit 3 Spulen, 1 Quecksilberunterbrecher, 1 Modell einer Bogenlampe, 1 Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer, sagen wir Ihnen verbindlichsten Dank. Wir bewundern an denselben die exakte Ausführung, die bis jetzt alle von Ihnen bezogenen Apparate auszeichnete und sind erfreut, diese Instrumente unserer Sammlung einverleiben zu können.

Nochmals verbindlichst dankend, zeichnet hochachtungsvoll

der Vorstand des Physikalischen Laboratoriums
des Friedrichs-Polytechnikums Cöthen (Anhalt)
gez. Dr. Berndt.

Kronach, den 30. April 1906.

Mit der Leistungsfähigkeit des vor etwa 8 Tagen mir zugesandten polarisierten Relais bin ich wieder — wie bei allen von Ihrer Firma bezogenen Apparaten, — sehr zufrieden.

J. Schneider, Kgl. Realschul-Assistent.

Zeugnisse.

Schiller-Gymnasium.

Cöln-Ehrenfeld, den 27. April 1906.

Hiermit bestätige ich gerne, daß die Firma E. Leybold's Nachfolger zu Cöln die gesamte Einrichtung des physikalischen Hörsaales, des Vorbereitungs- und Sammlungszimmers in musterhafter Ausführung für den Neubau Schiller-Gymnasium zu Cöln-Ehrenfeld geliefert hat. Ich freue mich, Ihnen mitteilen zu können, daß die trefflichen Einrichtungen für Projektion sowie die elektrischen Anlagen vollen Beifall gefunden haben. Durch die Berücksichtigung aller geäußerten Wünsche entspricht insbesondere auch unser eigenartiger Experimentiertisch allen modernen Anforderungen. Die Apparate sind solid und hübsch gearbeitet. Die Verdunkelungsvorrichtungen funktionieren tadellos. Daher schulde ich Ihrer Firma meine vollste Anerkennung.

Dr. Druxes, Gymnasial-Oberlehrer.

Neues Gymnasium.

Bremen, den 29. April 1906.

Ich freue mich, Ihnen bestätigen zu können, daß die von Ihnen für das neue Gymnasium zu Bremen gelieferten Einrichtungsgegenstände und Experimentiertische, fahrbarer Tisch, Verdunkelungsvorrichtungen für 3 Zimmer, Werkzeuggestisch, Werkzeugbretter, Chemikalienschrank, Gasabzug, fahrbare pneumatische Wanne, Doppelschiebetafel infolge ihrer sorgfältigen, von sachkundiger Hand geleiteten Ausführung, die vielfach nicht unerhebliche Schwierigkeiten bot, allseitigen, ungeteilten Beifall gefunden haben, und danke Ihnen besonders für die Bereitwilligkeit, mit der Sie allen speziellen Wünschen gerecht geworden sind. Ihr Schaltbrett erwies sich nach genauer Prüfung als tadellos und äußerst praktisch und instruktiv. Es ist kaum nötig besonders hervorzuheben, daß sich Ihre Universalprojektionskamera mit Nebeneinrichtungen in der rühmlichst bekannten Ausführung auch bei uns aufs beste bewährt hat.

Dr. Knothe, Oberlehrer.

In vollstem Einvernehmen mit dem kompetenten Urteil des Herrn Fachlehrers bestätigt der Unterzeichnete das vorliegende Schreiben.

Direktor Achelis.

École Vinet, Lausanne.

Grandvaux (Suisse), le 25 avril 1906.

J'ai bien reçu votre „appareil de projection universel“ ainsi que les accessoires que je vous avais commandés. Le tout est arrivé en bon état et me satisfait entièrement.

Louis Mayor, Professeur.

Staatsrealschule.

Graz, den 23. April 1906.

Die bestellten sehr sorgfältig ausgeführten Apparate sind angelangt.

Dr. Anton Reibenschuh, Direktor.

Gymnasium.

Tarnow, den 20. April 1906.

Die Demonstrationswage ist richtig und in vollkommen guter Ordnung nach Tarnow angelangt, und ihre elegante Ausführung kann die weitgehendsten Anforderungen zufrieden stellen.

Gustav Lesnodorski, Gymnasiallehrer.

Kgl. Pr. Luisengymnasium.

Memel, den 13. April 1906.

Die bestellten Apparate sind wohlbehalten hier angelangt und funktionieren zur Zufriedenheit.

Oberlehrer Behrendt.

Städt. Realprogymnasium.

Bünde, den 30. März 1906.

Ich bestätige den Empfang ihrer Sendung (Rechnung vom 26. ds. Mts.) die, soweit ich das beim Auspacken übersehen konnte (z. B. Wage), zu meiner vollen Zufriedenheit ausgefallen ist.

Oberlehrer Junkereit.

Forman Christian College.**Lahore (India), March 14 th 1906.**

Sir, The Physical Apparatus have arrived in good condition. All has been satisfactory.
D. J. Fleming.

Gymnasium.**Kalksburg bei Wien, den 27. März 1906.**

Nachdem ich heute am 26. Ihre Sendung bis auf 3 Nummern erhalten habe, teile ich Ihnen mit, daß mich die Ausführung der einzelnen Apparate sehr befriedigt hat. Die Apparate sind sämtlich gut erhalten angekommen.
Prof. Gold.

Colegio de San José.**Valladolid, 20 de Marzo 1906.**

Hay tambien nos han llegado los aparatos que esperábamos. Vienen muy bien embalados y no falta nada de lo, que hemos pedido ni hemos encontrado ruptura ninguna en ellos por causa del viaje.

Hemos probado el aparato para los vientres y nodos del sonido y sale muy bien.
Prof. Román Fernández Lomana.

Facultad de Medicina de Cadiz.**Cadiz, 18 de Marzo de 1906.**

Muy Sres mios. Tengo la satisfaccion de anunciarles que he recibido perfectamente el material de Fisica que les había pedido.
Demetrio Espurz, Decano.

Jüdische Handelsschule.**Odessa, den 16. März 1906.**

Ihr Wertes vom 8. Februar sowie in der beiliegenden Rechnung genannte Artikel habe ich rechtzeitig erhalten und bleibe Ihnen für die akkurate Erfüllung meiner Bestellung sehr dankbar.
A. Wolfmann, Inspektor.

Gymnasium.**Tarnow, den 13. März 1906.**

Die erste Sendung habe ich in voller Ordnung erhalten und bin mit den gelieferten Apparaten, besonders mit dem Induktor und Zentrifugalmaschine samt Nebenapparaten, sehr zufrieden.
Gustav Lesnodorski, Gymnasiallehrer.

Colegio de Segunda Enseñanza.**Orduña, 13 de marzo de 1906.**

Tanto los aparatos, como especialmente el embalaje han resultado á mi entera satisfaccion.
Prof. Antonio Lopez de Santa Anna.

Großherz. Realgymnasium.**Ludwigslust, den 14. März 1906.**

Die am 20. Februar eingetroffene Sendung hat mich außerordentlich befriedigt; die Apparate funktionieren und sehen aus wie neue Instrumente, die Reparaturen sind höchst sauber und exakt ausgeführt.
Dr. phil. C. Klöres, I. Lehrer der Math. u. Physik.

Alabama Polytechnic Institute.**Auburn, Ala. Febr. 22 th, 1906.**

(U. S. A.)

I was very much pleased with the apparatus I got from you.

James P. C. Southall, Professor of Physics.

Instituto de Maria Auxiliadora.**Buenos Aires, Almagro, Febrero 15 de 1906.**

Nos es grato comunicarles que hemos recibido los 18 cajones de aparatos de fisica de la casa del Sr. E. Leybold's Nachfolger, Colonia.

Han llegado en buen estado y á nuestra entera satisfacción. Les saluda atentamente.
Sor Claudina Rezzónica, Directora.

Escola preparatoria Rodriguez Sampaio.**Lisbonne, le 7 mars 1906.**

Tout est arrivé de manière à me donner entière satisfaction. . . .

J'espère dans un bref délai de vous faire de nouvelles commandes et je dois vous dire que vos appareils d'un fini irréprochable sont aussi d'un prix sans concurrence.

Alvaro Coelho, Professeur.

Zeugnisse.

St. John's College.

Toledo (Ohio), den 15. Februar 1906.

Teile Ihnen hierbei mit, daß die Sendung zur rechten Zeit eingetroffen ist. Alles sehr gut und entspricht vollständig meinen Erwartungen.

Prof. Fred. J. Hillig.

Realgymnasium.

Grünberg (Schlesien), den 21. Februar 1906.

Das an das hiesige Realgymnasium gesandte Doppelprisma nach Winkelmann-Abbe ist nebst Zubehör gut angekommen und bereits zu einigen gelungenen Wellenlängenmessungen benutzt worden.

W. Schulz, Oberlehrer.

Petit Séminaire.

Roulers (Belg.), le 12 février 1906.

J'ai reçu en très bon état les instruments commandés.

En vous remerciant de vos bons soins, Monsieur, je vous présente mes salutations empressées.

Dr. R. Dumez, Prof. des Sciences Naturelles.

Institut St. Joseph.

Dolhain, le 13 février 1906.

Après plusieurs essais de l'interrupteur de Wehnelt que vous avez eu l'amabilité de me donner en échange, je suis heureux de vous annoncer qu'il fonctionne à mon entière satisfaction.

Abbé J. Tillieux.

Seminario Conciliar Central de San Ildefonso.

Toledo (España), 4 de Febrero de 1906.

Muy Srs mios y de mi más alto respeto:

Sumamente agradecidos nos quedamos con el aparato que nos ha enviado, dandole las gracias mas expresivas por la atencion grande que ha tenido de poderles enviar el aparato, dado caso que no nos serviera.

Prof. Miguel Becerro y Villa.

Kgl. Realschule.

Neustadt (Haardt), 9. Februar 1906.

Ich teile Ihnen mit, daß ich bereits heute die Sendung, die beiden Barometer enthaltend, bekommen habe. Das Fortinbarometer ist in tadellosem Zustand angekommen; ich spreche Ihnen für die überaus sorgfältige Reparatur meinen Dank aus.

Georg Heinrich, Kgl. Reallehrer.

Oberrealschule, Barmen-Wupperfeld.

Barmen, den 20. Januar 1906.

Nachdem wir auch Ihre gefl. Sendung vom 31. v. Mts. durchprobiert und zu unserer Zufriedenheit befunden haben, senden wir Ihnen die drei noch unbezahlten Rechnungen zurück mit der Bitte usw.

Dr. G. Mohrmann, Verwalter des Physikal. Kabinetts.

St. Georgiushuis, Heerenstraat 6/8.

Utrecht, den 2. Februar 1906.

Alles ist gut und unbeschädigt angekommen, und die Instrumente wirken alle ausgezeichnet. Meinen herzlichsten Dank für ihre Mühe, und über den Preis können Sie verfügen.

M. Bonaventura.

Städtische Realschule.

Salzuflen, den 16. Januar 1906.

Ihre letzte Sendung ist wohlbehalten hier eingetroffen und sage ich Ihnen besten Dank. Die Töplersche Influenzmaschine habe ich zusammengestellt. Sie arbeitet ausgezeichnet.

Blank, Direktor.

Colegio del Salvador. Apartado 32.

Zaragoza, 15 de Enero de 1906.

Muy Senor mio. Acabo de recibir los aparatos que le he encargado, de los cuales he quedado satisfecho.

Prof. José M. Blanco.

Askanisches Gymnasium.

Berlin, den 13. Januar 1906.

Die Ausführung des Apparates hat mich sehr befriedigt.

Professor Dr. Poske.

Höhere Mädchenschule.

Blankenberg a. H., den 5. Januar 1906.

Bei Ihrer letzten Sendung an die hiesige höhere Mädchenschule, die im übrigen zu unserer vollen Zufriedenheit ausgefallen ist, —

G. Sander, Lehrer.

Kgl. ung. Honved-Oberrealschule.

Sopron (Ungarn), den 5. Januar 1906.

Sowohl die Schalttafel als auch der Induktor funktionieren übrigens sehr gut.

Hauptmann Horvath, Lehrer der Physik.

Fräulein Gymnasium.

St. Petersburg, den 20. Dezember 1905.

Alles in bester Ordnung angekommen. Die Ausführung der Apparate gefällt mir sehr.

S. Sozonoff, Lehrer der Physik.

Gymnasium.

Wien, den 15. Dezember 1905.

Apparate habe ich gestern erhalten; habe dieselben zusammengestellt, dieselben sind ganz zufriedenstellend.

Professor Jos. Braun.

Großherz. Realgymnasium.

Ludwigslust, den 13. Dezember 1905.

Das Monochord Nr. 1340 ist im Verhältnis zu seinem billigen Preise sehr gut ausgestattet und auch elegant gearbeitet.

Dr. phil. C. Klöres,

I. Lehrer der Math. u. Physik.

Rheinische Ritterakademie.

Bedburg, den 12. Dezember 1905.

Die an die Rheinische Ritterakademie übersandten Apparate sind in gutem Zustande angekommen und funktionieren zur Zufriedenheit.

Professor Konz.

Kronach, den 11. Dezember 1905.

War an den beiden vergangenen Tagen in Bamberg, bei welcher Gelegenheit ich die beiden Teslaröhren auspackte und auch gleich probierte. Alle 6 Röhren sind gut erhalten angekommen. Auch mit der Leistungsfähigkeit war ich wieder sehr zufrieden.

Johann Schneider, Kgl. Realschulassistent.

Collège St. Joseph.

Marneffe, le 4 décembre 1905.

Tous les articles sont arrivés en parfait état, et j'en suis bien satisfait.

E. Guérault.

Seminar Ypelaar (Nederl.).

Ginneken, den 1. Dezember 1905.

Mit der Sendung bin ich recht gut zufrieden.

Jacob Snyders, Lehrer.

Kgl. Realschule.

Neustadt a. d. Haardt, den 26. November 1905.

Die bestellten Apparate sind am Mittwoch wohlbehalten hier eingetroffen, und heute sind auch die Rechnungen in meinen Besitz gelangt. Die Apparate sind zu meiner vollen Zufriedenheit ausgefallen, und ich spreche Ihnen dafür meinen besten Dank aus.

Georg Heinrich, Kgl. Realschulassistent.

Realgymnasium Grunewald-Berlin.

Grunewald, den 24. November 1905.

Die Apparate sind tadellos angekommen. Das Schulgalvanometer halte ich für einen vorzüglich brauchbaren Apparat. Die Brauchbarkeit ist viel weitgehender als bei allen mir bekannten Vertikalgalvanometern.

Oberlehrer Bornitz.

Kgl. Domschule.

Schleswig, den 9. November 1905.

Indem ich Ihnen für die Sendung der Apparate im April, die sämtlich in tadellosem Zustand hier eintrafen, meinen besten Dank ausspreche, gestatte ich mir . . .

Dr. Marxsen, Oberlehrer.

Physikal. Institut der Universität.

Münster i. W., den 2. November 1905.

Die Apparate sind gut angekommen und zu meiner Zufriedenheit ausgefallen.

Professor Heydweiller.

Zeugnisse.

Pensionat St. Elisabeth.**Heythuisen (Holl.),** den 25. Oktober 1905.

Soeben erhielten wir die physikalischen Apparate, mit denen wir sehr zufrieden sind.
Die Schwestern des Heiligen Franziskus.

Missiehuis, Velperweg 59.**Arnhem (Holl.),** le 33 octobre 1905.

Nous avons reçu les instruments envoyés par vous la semaine dernière et nous en sommes très contents.
Les Missionnaires du Sacré Coeur.

Deckoffizierschule.**Wilhelmshaven,** den 13. Oktober 1905.

Nach Empfang der von Ihnen gefertigten Wellenmaschine kann ich nicht umhin, Ihnen für die vorzügliche Ausführung meinen besten Dank auszusprechen.

Dr. H. Teege, Marineoberlehrer.

Realschule.**Wilhelmshaven,** den 8. Oktober 1905.

Nachträglich teile ich noch mit, daß ich mit den kürzlich an die hiesige Realschule gelieferten Apparaten durchaus zufrieden bin und in diesem Sinne auch dem Direktor berichtet habe.

Adolf Franke, Oberlehrer.

K. K. Oberrealschule.**Stanislau (Gal.),** den 3. Oktober 1905.

Mit den Apparaten bin ich zufrieden.

Nowosielski, Direktor.

Gymnasium.**Winterthur,** den 3. Oktober 1905.

Die Ausführung der Apparate ist vorzüglich und ihre Funktion, soweit ich sie bis jetzt probieren konnte, exakt.

Dr. E. Seiler.

Deutsches Landerziehungsheim Haubinda.**Haubinda,** den 1. Oktober 1905.

Post Streufdorf, S.-M.

Hiermit bestätige ich dankend den Empfang von Funkeninduktor und Wehneltunterbrecher, die beide trefflich funktionieren.

Hans Schneider, Lehrer für Physik und Chemie.

Pensionat Nonnenwerth.**Nonnenwerth,** den 31. August 1905.

Die Apparate waren alle tadellos ausgeführt und fungierten mit großer Präzision, wie man es bei Ihnen gewöhnt ist.

Professor Dr. Claes.

Kgl. Realschule.**Sonderburg,** den 4. September 1905.

Ihre Sendung vom 26. August d. J. habe ich empfangen. Ich freue mich, Ihnen mitteilen zu können, daß alles gut angekommen ist, und daß Ihre Sachen meinen vollen Beifall haben; sie sind in völlig gebrauchsfertigem Zustand abgeliefert und zeichnen sich durch ihr hübsches, sauberes Aussehen aus.

E. Brun, Direktor.

Kgl. Gymnasium.**Wongrowitz,** den 27. August 1905.

Die von Ihnen gelieferten Apparate sind tadellos angekommen.

Professor Dr. Weskamp.

Gymnasium u. Realgymnasium.**Rostock,** den 25. August 1905.

Die Apparate funktionieren sehr gut.

Dr. E. Wröbel, Direktor.

Oberrealschule.**Offenbach,** den 19. August 1905.

Die Sendung physikalischer Apparate ist vor 14 Tagen wohlbehalten eingetroffen und zu unserer Zufriedenheit ausgefallen.

Professor A. Roth.

XVI. Hauptversammlung

des Bayrischen Volksschullehrer-Vereins.

Bayreuth, den 9. August 1905.

Nachdem die Tage der Lehrmittelausstellung vorüber sind, beehren wir uns Ihnen unsern Dank auszusprechen für die Liebenswürdigkeit, womit sie uns eine große Anzahl physikalischer Apparate zur Verfügung stellten. Ihre Instrumente fanden bei allen Interessenten ungeteilten Beifall, und wir konnten Sie gelegentlich um so mehr empfehlen, als sich verschiedene derselben an der hiesigen Fortbildungsschule im Gebrauch befinden und stets bewährt haben.

Schulrat Kesseling,

I. Vorsitzender der Lehrmittelausstellung.

Seminaire d'Ypelaar.

Ginneken, le 14 août 1905.

Quant à l'appareil de Tesla, je suis heureux de pouvoir vous assurer, que son fonctionnement est extrêmement bon ainsi que de tous les appareils secondaires.

Jacob Snyders, Professeur.

Kgl. Gymnasium.

Dramburg, den 5. August 1905.

Mit den Apparaten bin ich zufrieden.

Professor Ludwig Jahn.

Observatoire de Cartuja.

Granada, le 17 juillet 1905.

En vous remerciant beaucoup de votre obligeance et diligence, nous sommes heureux de vous dire que nous sommes restés fort aises de vos aimables services.

Prof. Joseph Mier y Teran.

R. Liceo Galuppi.

Catanzaro, den 12. Juli 1905.

Wir wollen Ihnen verbindlichst danken für Ihre Sendungen, die vollständig zu unserer Zufriedenheit ausgefallen sind.

Professor Modesto Cinelli.

Seminar-Direktion.

Merseburg, den 6. Juli 1906.

Den Theodolithen erhalten; ich bin mit der Ausführung sehr zufrieden.

Sem.-Direktor Schmidt.

Höhere Töcherschule.

Zürich, den 24. Juni 1905.

Wir bestätigen Ihnen den richtigen Empfang Ihrer Sendung. Alles stimmt mit der Rechnung überein. Gerne fügen wir bei, daß uns die Ausführung der Apparate sehr befriedigt hat.

Dr. Günthardt.

Oberrealschule.

Reutlingen, den 22. Juni 1905.

Die durch Ihr Schreiben vom 13. Mai angekündigte Sendung habe ich erhalten. Mit den Apparaten bin ich recht wohl zufrieden.

Höchstetter, Rektor.

Gymnasium mit Realprogymnasium.

Neuwied, den 21. Juni 1905.

Die Sendung ist gut angekommen und die Apparate funktionieren gut.

Schreiber, Oberlehrer.

St. Ignatius Colleg.

Cleveland (Ohio), den 5. Juni 1905.

Was die Apparate anbelangt, bin ich sehr zufrieden, besonders mit der schönen Ausführung des Sextanten.

Prof. Georg Pickel.

Stift Engelberg.

Engelberg, den 19. Juni 1905.

Mit der Ausführung der neuesten erhaltenen Instrumente bin ich wieder sehr wohl zufrieden.

P. Franz Huber, Professor.

Zeugnisse.

Oudenbosch, den 9. Juni 1905.

Indem ich Ihnen bestens danke für die gute Ausführung meines Auftrages usw.
J. H. Langes.

R. Scuola Universitaria di
Farmacia, Scuola di Mineralogia.

Catanzaro, den 30. Mai 1905.

Die Krystallmodelle sind zu meiner vollen Zufriedenheit und in gutem Zustande hier
eingetroffen.
Prof. Modesto Cinelli.

Gymnasium.

Dillenburg, den 20. Mai 1905.

Zunächst spreche ich nochmals meinen verbindlichsten Dank aus für die sorgfältige
Erledigung des Auftrages für das kgl. Gymnasium zu Dillenburg.

Dr. Unbehaun, Oberlehrer.

Gymnasium.

Bregenz, den 29. Mai 1905.

Ihre Sendung ist richtig angekommen und zu meiner vollsten Zufriedenheit aus-
gefallen.
Professor Seeber.

Talmud-Tora-Realschule.

Hamburg, den 26. Mai 1906.

Ihr gefl. Schreiben sowie die Kiste mit dem Weinhold'schen Apparat sind mir zu-
gegangen. Der Apparat funktioniert recht gut und macht auch äußerlich einen durchaus
zufriedenstellenden Eindruck.
Dr. L. Schlesinger.

Kaiserliche Deckoffizierschule.

Wilhelmshaven, den 23. Mai 1905.

Ich bestätige Ihnen dankend den Empfang der zu Ostern d. J. der Kaiserlichen Deck-
offizierschule gelieferten Apparate und freue mich, Ihnen für die gute und sorgfältige Aus-
führung meine Anerkennung aussprechen zu können.
Dr. H. Teege, Marineoberlehrer.

Städtische Realschule.

Salzuflen, den 18. Mai 1905.

Ihre Sendung ist wohl erhalten hier angekommen. Ich sage Ihnen für die schöne Aus-
führung verbindlichsten Dank.
Blank, Realschullehrer.

Gymnasium.

Liegnitz, den 17. Mai 1905.

Hierdurch erlaube ich mir, Ihnen mitzuteilen, daß die Sendung an das Gymnasium
sehr gut angekommen ist, und daß ich mit den Apparaten zufrieden bin.

Dr. Merle, Oberlehrer.

K. K. Realschule.

Jaroslau, den 13. Mai 1905.

Ich habe alle Apparate probiert und demonstriert — und es freut mich sehr, Ihnen
meinen Dank für das Bestellte auszusprechen; speziell aber muß ich bemerken, daß Ruhm-
korff's Induktorium, Tesla- und Polarisationsapparate in jeder Richtung vorzüglich sind.

Iwo Ritter von Paszowski.

Oberrealschule.

Marburg, den 15. April 1905.

Die Sendung ist tadellos angekommen, und ich bin mit den Apparaten sehr zufrieden.
B. Apel, Oberlehrer.

Realschule.

Biebrich, den 1. Mai 1905.

Ich beeile mich, Ihnen mitzuteilen, daß die während meiner Abwesenheit in den Ferien
eingetroffene Sendung vom 28. April zu meiner vollsten Zufriedenheit ausgefallen ist.

A. Braun, Oberlehrer.

Institut St. Ignace.

Anvers, le 26 avril 1905.

Je tiens à vous témoigner ma satisfaction au sujet des appareils que vous m'avez fournis.

Th. Beenaerth, Professeur de Physique.

Collège St. François-Xavier.

Verviers, le 15 avril 1905.

Je suis fort satisfait de l'appareil que vous m'avez expédié le 10 décembre.

A. van den Bosch.

Akademisches Gymnasium.

Lemberg, den 15. April 1905.

Die bestellten Apparate sind am 8. ds. angekommen. Die solide Ausführung und vorzügliche praktische Brauchbarkeit derselben verdient volle Anerkennung.

Dr. E. M. Sawicki.

Institut Concordia.

Zürich, den 14. April 1905.

Mit der Normalschalttafel bin ich sehr zufrieden. Sie gestattet ein leichtes und sicheres Experimentieren.

Ad. Lüthy, Fachlehrer.

Université Gregorienne.

Rome, le 13 avril 1905.

Je suis heureux de vous faire savoir que les instruments envoyés sont de ma pleine satisfaction et me sont arrivés en bon état.

Professor Cesare Goretti.

Gymnasium und Realschule.

Stolp i. P., den 6. April 1905.

Für die exakte Ausführung unseres Auftrages sagen wir Ihnen unseren aufrichtigsten Dank.

Max Schröder, Oberlehrer.

Collège St. Barbe.

Gand, le 24 mars 1905.

Je suis fort satisfait de l'envoi et vous remercie de la complaisance que vous avez mise à effectuer les diverses modifications proposées.

Professor J. Bleuset.

Cantonale Lehranstalt.

Sarnen, den 21. März 1905.

Ihre Sendung ist dank der sorgfältigen Verpackung in bestem Zustande hier angekommen. Das Teslainstrumentarium hat mir sowohl durch die saubere und exakte Arbeit als auch durch sicheres Funktionieren sehr entsprochen. Alle Versuche gelangen sofort.

Dr. P. Anderhalden.

Gymnasium.

Katwyk a. Rh. (Holland), den 17. März 1905.

Heute habe ich Ihre schönen Apparate empfangen und bin damit recht zufrieden.

A. J. Mulder.

Zaragoza, le 12 mars 1905.

Acabo de recibir su envío que, gracias a dios, ha llegado en muy buen estado. Ciertamente es grande el cuidado que ponen. Vs. en los embalajes.

Prof. José Albifana.

Lyceum Metz.

Sablon, den 16. März 1905.

Für die Instandsetzung der Magnetinduktionsmaschine für das Lyceum in Metz sage ich Ihnen meinen verbindlichsten Dank und drücke meine Zufriedenheit mit der Arbeit und dem Preise aus.

Professor Dr. Müller.

Oberrealschule.

Cöln, den 12. März 1905.

Die von Ihnen für die hiesige Oberrealschule gelieferte Batterie stationärer Akkumulatoren mit Zellenschalter, selbsttätigem Ausschalter und sonstigen Nebenapparaten funktioniert, wie ich Ihnen gern bezeuge, vorzüglich.

Professor Dr. Huisgen.

Zeugnisse.

K. K. Oberrealschule.**Salzburg, den 11. März 1905.**

Ich habe bereits vor einigen Jahren Gelegenheit gehabt, aus Ihrer Fabrik einen Apparat für Teslaströme zu erwerben, der zu meiner vollkommenen Zufriedenheit funktioniert.

Professor Hans Schöller.

Collège St. Stanislaus.**Mons, le 16 mars 1905.**

Nous avons donc examiné et fait fonctionner l'appareil et nous avons trouvé sa construction parfaitement soignée. Aussi c'est avec plaisir que nous vous exprimons notre entière satisfaction.

Professor A. Chassot.

Städt. Mädchen-Mittelschule.**Düsseldorf, den 9. Januar 1905.**

Ich danke Ihnen für die sorgfältige Ausführung des Auftrages. Der Apparat gefällt mir ausgezeichnet und macht Ihrer Werkstätte alle Ehre.

Dr. Roßbach.

K. Rektorat der Kreisrealschule.**Kaiserslautern, den 6. Januar 1905.**

Die beiden jüngst gelieferten Apparate sind zur vollkommensten Zufriedenheit ausgefallen.

I. A. C. Tillmann.

Weiden, den 30. Dezember 1904.

Nach Angabe des Kgl. Professors der Mathematik und Physik Dr. Reim sind Experimentiertisch und Verdunklungsvorrichtung zur vollsten Zufriedenheit ausgefallen.

Kgl. Gymnasial-Rektorat Ehrlich.

Physikal. Kabinett des Kgl. Gymnasium.**Regensburg, den 29. Dezember 1904.**

Ihre Sendung ist in gutem Zustande hier eingetroffen. Die Sachen machen einen günstigen eleganten Eindruck.

Professor Dr. Macher.

Neubau des Gymnasiums.**Trarbach, den 24. Dezember 1904.**

Hiermit bestätige ich den Empfang Ihres Schreibens vom 22. cr. und der Rechnung mit dem Hinzufügen, daß ich mit der Einrichtung des Physikaales zufrieden bin.

Der Regierungsbaumeister Zeroch.

Realgymnasium.**Stadthagen, den 2. Dezember 1904.**

Danke für ordnungsmäßige und zuvorkommende Effektivierung.

Witte.

Gymnasium.**Eschweiler, den 19. November 1904.**

Die Apparate sind hier eingetroffen und gefallen durch ihre tadellose Ausführung; ich bin mit der Sendung sehr zufrieden, wie ich das bei Ihnen gewöhnt bin.

Professor Dr. Claes.

Fürstl. Gymnasium.**Sondershausen, den 15. November 1904.**

Ich bestätige Ihnen mit Vergnügen den Empfang Ihrer Sendung vom 20. v. M. und die tadellose Beschaffenheit der einzelnen Apparate.

Professor Dr. E. König.

Ecole supérieure de commerce.**Anvers, le 27 octobre 1904.**

Je suis satisfait des deux instruments et j'espère avoir bientôt l'occasion de vous passer de nouvelles commandes.

Prof. Th. Burmaert.

Progymnasium.**St. Wendel, den 5. Oktober 1904.**

Die bestellten Apparate (Akkumulatoren etc.) sind in bestem Zustande hier angekommen und funktionieren tadellos.

Oberlehrer Theodor Wernze.

Collège St. François-Xavier.

Verviers, le 3 août 1904.

Je viens de recevoir les instruments envoyés par votre maison et j'en suis fort satisfait.
A. van den Bosch.

Realgymnasium.

Einbeck, den 11. September 1904.

Die Apparate sind in gutem Zustande hier eingetroffen und funktionieren gut.
Professor Kröncke.

K. K. IV. Gymnasium.

Krakow, den 19. September 1904.

Die Sachen sind gut angekommen und sehr zufriedenstellend.
Professor L. Zisbrowski.

Bamberg, den 5. September 1904.

Bin von der eleganten Ausführung derselben und von ihrer vorzüglichen Wirkungsweise hoch befriedigt.
Lehramtsassessor Joh. Schneider.

Institut Aiterhofen.

Aiterhofen b. Strausberg, den 30. August 1904.

Begleiche hiermit die Rechnung über die an das Institut Aiterhofen gelieferten Elemente etc. mit dem Beifügen, daß dieselben zur größten Zufriedenheit ausgefallen sind.
Professor I. Langreiner.

Victoriaschule.

Frankfurt a. M., den 21. August 1904.

Mit den gelieferten Apparaten bin ich sehr zufrieden.
Direktor Dr. phil. Schirlitz.

Abtei Oelenberg.

Lutterbach i. E., den 4. Juli 1904.

Habe vor ca. 8 Tagen die übersandten Apparate in gutem Zustande empfangen und habe die Genugtuung, Ihnen meine vollste Befriedigung und besten Dank für die gute und solide Ausführung aussprechen zu können.
P. Beda Brunner.

Industrieschule.

Nürnberg, den 28. Juni 1904.

Anbei folgt der Betrag für die bestellte Elektrisiermaschine. Dieselbe ist gut erhalten eingetroffen und funktioniert sehr gut.
Professor M. Greiner.

Realgymnasium.

Bützow, den 15. Juni 1904.

Ihre Sendungen sind sämtlich in tadellosem Zustand eingetroffen.
Direktor C. Klöres.

Kgl. Baugewerkschule.

Buxtehude, den 9. Juni 1904.

Gleichzeitig teile ich Ihnen ergebenst mit, daß die von Ihnen zuletzt gelieferten Glasphotogramme sehr befriedigt haben.
Direktor Hertling.

K. ung. Honved Kadettenschule.

Nagyvarad, den 8. Juni 1904.

Die Instrumente habe ich ausprobiert, und funktionieren selbige sehr gut und richtig.
Oberleutnant E. Cavallar.

Physikalisches Institut
der Technischen Hochschule.

Danzig-Langfuhr, den 8. Juni 1904.

Sämtliche Verdunkelungsvorrichtungen, Tische und Stative sind jetzt hier definitiv abgeliefert und entsprechen durchaus meinen Wünschen.
Professor M. Wien.

Zeugnisse.

Canisius-Colleg.

Nymwegen, den 7. Juni 1904.

Wir sind recht zufrieden mit dem gelieferten Monochord.

Direktor Dr. S. Krüger.

Gymnasium.

Wertheim, den 3. Juni 1904.

Die bestellten Apparate sind richtig eingetroffen und zur Zufriedenheit ausgefallen.

Professor Bunkofer.

Realschule.

Lennepe, den 31. Mai 1904.

Das Wasserstrahlgebläse ist gestern hier eingetroffen; ich habe es heute ausgepackt und freue mich über die tadellose Ausführung desselben, bin auch überzeugt, daß es tadellos funktionieren wird.

Oberlehrer E. Kleinschmidt.

Höhere Mädchenschule.

Heidelberg, den 31. Mai 1904.

Ihre Sendung ist gut angekommen und in jeder Beziehung gut ausgefallen.

Reallehrer K. Matthes.

Städt. Schulmuseum.

Breslau, den 10. Mai 1904.

Ihre schöne Sendung habe ich gestern erhalten und heute durchgesehen; ich bin sehr befriedigt.

M. Hübner, Schulvorstand.

Knaben-Bürgerschule.

Temesvar, den 4. Mai 1904.

Ihr gesendeter Apparat funktioniert vortrefflich und vollkommen zufriedenstellend.

Schuldirektor Friedr. Kramer.

Städt. Realschule.

Salzuflen, den 3. Mai 1904.

Ich danke Ihnen für die exakte Ausführung der Bestellung.

Direktor Blank.

Institut de Berlaymont.

Bruxelles, le 29 avril 1904.

Tout ce que vous m'avez envoyé, répond pleinement à mes désirs et quoique je connaisse depuis longtemps le soin que vous apportez à la construction de vos appareils, j'en ai cependant été tout particulièrement content cette fois-ci.

M. de Hartmann.

Colegio del Salvador.

Zaragoza, 28. Abril 1904.

Estoy bastante satisfecho de cuanto con Vs. he tratado y les cerciero de que sabré tenerlo presente cuando se mo ofrezca cosa semejante,

Prof. J. Albiñana.

St. Patrick's High School.

Karachi (Indien), den 7. April 1904.

Es freut mich, Ihnen mitteilen zu können, daß die Sendung, welche Sie am 1. Februar an mich geschickt haben, in bester Ordnung hier angekommen ist.

Ch. Flinck, Principal.

R. Liceo Galuppi.

Catanzaro, den 20. März 1904.

Ihre Sendung vom 18. Dezember ist gut angekommen. Die Apparate sind alle zu meiner vollsten Zufriedenheit ausgefallen.

Professor Modesto Cinelli.

Kgl. Gymnasium.

St. Wendel, den 18. März 1904.

Die von Ihnen gelieferten Apparate sind zu meiner größten Zufriedenheit ausgefallen und ich werde bei neuen Anschaffungen Ihre werthe Firma stets bevorzugen.

Theod. Wernze, Kgl. Gymnasial-Oberlehrer.

Collegium Oudenbosch.**Oudenbosch** (Holland), le 17 mars 1904.

Les instruments sont arrivés en bon ordre et donnent satisfaction.

Prof. L. Th. de Groot.

École supérieure des Textiles.**Verviers**, le 14 mars 1904.

Je suis heureux de constater que vous nous avez fourni des accessoires pour la lanterne de projection produisant avec une grande netteté les phénomènes que nous en attendions.

H. Lorent, Prof. de Physique.

Gymnasium.**Eschweiler**, den 13. März 1904.

Sie sind alle die Jahre, die ich mit Ihnen in Verbindung stand, meinen Wünschen in der kulantesten Art entgegengekommen und haben alle Apparate stets tadellos hergestellt.

Professor Dr. Claes.

Universita Gregoriana.**Roma**, le 5 mars 1904.

Je vous envoie le chèque avec le prix de la machine que vous m'avez envoyée et dont j'ai été pleinement satisfait.

Prof. Cesare Goretti.

Gewerbl. Fortbildungsschule.**Rottweil**, den 27. Februar 1904.

Die Sendung ist ganz nach Wunsch ausgefallen.

Th. Schmidt, Rektor.

Städt. Mädchenbürgerschule.**Szombathely** (Ungarn), den 5. Februar 1904.

Die gesandten zwei Kisten habe ich empfangen; die Apparate sind vollständig entsprechend, und ist die Fachlehrerin mit diesen sehr zufrieden.

Pallfy Boldizsár, Direktor.

Kgl. Staatsobergymnasium.**Temesvar** (Ungarn), den 14. Februar 1904.

Im übrigen sind wir mit Ihren Apparaten sehr zufrieden.

Der Direktor.

Realschule.**Oldesloe**, den 18. Februar 1904.

Die übersandten Apparate sind übrigens von mir tadellos befunden worden.

Professor Lichtenberg.

Städt. höhere Mädchenschule.**Wiesbaden**, den 12. Februar 1904.

Ich habe nun seit 34 Jahren fast alle physikalischen und chemischen Apparate von Ihnen für die hiesige höhere Mädchenschule bezogen und war stets, abgesehen von untergeordneten Vorkommnissen, mit den Lieferungen recht zufrieden. Die Apparate haben sich auf die lange Reihe von Jahren heraus bewährt.

Professor Th. Lautz.

Gymnasium.**Kecskemet** (Ungarn), den 5. Februar 1904.

Die Apparate wurden untersucht, approbiert und als gut befunden. Ein jeder funktioniert, weswegen ich hier meine Anerkennung äußere.

Professor Andreas Novotny.

Collège Grammont.**Grammont**, le 10 février 1904.

Les instruments sont arrivés en bon état et me satisfont de toutes façons.

Professeur Bouqué.

Bozen (Süd-Tirol), den 2. Februar 1904.

Mit Bezug auf Ihre Zuschrift vom 2. cr. bemerke ich, daß die von Ihnen für das hiesige Gymnasium gelieferten Apparate ganz befriedigt haben.

P. E. Häfele, Professor.

Zeugnisse.

Realschule in der Altstadt.

Bremen, den 8. Januar 1904.

Bei Beginn des neuen Budget-Jahres werde ich ferner den Projektionsapparat No. 2132 bestellen, den ich von der früher von mir gemachten Anschaffung für die Realschule beim Doventor her kenne, wo er sich stets sehr gut bewährt hat.

Professor Dr. O. Hergt.

Vitzthum'sches Gymnasium.

Dresden, den 3. Januar 1904.

Die Firma Leybold's Nachfolger, Cöln, hat für das Vitzthum'sche Gymnasium einen Universalprojektionsapparat nebst Nebenapparaten für Spektralanalyse, Beugung, Polarisation etc. geliefert. Ich nehme gern Gelegenheit, nach eingehender Prüfung zu bezeugen, daß alle Apparate bei sauberster Arbeit tadellos funktionieren und vor allem durch einfache geschickte Anordnung ein schnelles Vorführen sonst nur mühsam anzustellender Experimente aus der höhern Optik gestatten.

Dr. M. Gebhardt.

Collège St. Servais.

Liège, le 13 décembre 1903.

Je suis très satisfait de la pile de Gülcher que vous m'avez envoyée l'an dernier.

Professeur Edouard Tercelin.

Physikalisches Institut der Universität.

Bonn, den 12. Dezember 1903.

Die Funktion beider Apparate war sehr befriedigend und ermöglichte es, einem ganzen Auditorium den Effekt deutlich vorzuführen.

Dr. H. Konen, Privatdozent.

Danzig, den 6. Dezember 1903.

Die für die hiesige Kgl. Navigationsschule gelieferten Modelle sind gestern in gutem Zustande hier angekommen und funktionieren recht gut.

Dir. Holtz, Navigationsschuldirektor
für die Provinzen Ostpreußen, Westpreußen und Pommern.

Höhere Töcherschule.

Kolberg, den 6. Dezember 1903.

Mit den Apparaten, die Sie unserer Schule geliefert haben, bin ich in jeder Hinsicht zufrieden. Alle sind äußerst genau gearbeitet, und die mit Ihnen anzustellenden Versuche gelingen stets. Ganz besonders gefällt mir der Akkumulator usw.

Oberlehrer R. Roedtke.

École supérieure des Jeunes Filles et Gymnase.

Lausanne, le 14 novembre 1903.

Monsieur le Directeur Payot en vous faisant la commande des charbons vous a dit l'entière satisfaction que je ressens de votre excellent appareil de projection. Je suis disposé de le compléter au fur et à mesure de nos disponibilités.

Professeur M. Jaccard.

Rotterdam, den 30. Oktober 1903.

Ich habe die Widerstände schon empfangen, geprüft und ausgezeichnet gefunden.

L. Th. Derksen.

École supérieure des Jeunes Filles et Gymnase.

Lausanne, le 30 octobre 1903.

La machine a été essayée, elle a fonctionné à notre entière satisfaction et nous vous remercions bien cordialement de la complaisance que vous avez mise en traitant cette affaire.

D. Payot, Directeur.

Städtische höhere Mädchenschule.

Kolberg, den 25. Oktober 1903.

Die der hiesigen höheren Mädchenschule gelieferten physikalischen Instrumente sind gut angekommen. Ich habe dieselben geprüft und bin mit der Ausführung meines Auftrages sehr zufrieden.

R. Roedtke, Oberlehrer.

Register

zum

Nachtrage I des Hauptkataloges.

Register zum Nachtrage I des Hauptkataloges.

A.	Seite		Seite	E.	Seite
Abbe'sche Theorie des Mikroskopes	1032	Bleiplatte für Versuche mit flüssiger Luft	996	Eichung ballistischer Galvanometer	1047
Abgekühlte Luft sinkt	961	Bodendruckapparat nach <i>Hartl</i>	1010	Einphasenmotor	999
Absolutes Elektrometer nach <i>Braun</i>	1052	Bogenlampe, Liliput	951	Eisbildung durch Äther	965
„ Zylinder-Elektrometer	984	„ Selbsttönende	1002	Elektrisches Wärmeäquivalent	927
Absorption strahlender Wärme	971	„ Sprechende	1002	Elektrisiemaschinenmodell	918
Absorptionswärme bei festen Körpern	971	Braun , Absolutes Elektrometer	1052	Elektrolytischer Apparat	927
„ bei Flüssigkeiten	970	Brechung des Lichtes	993	Elektromagnet für Induktionsströme	911
„ bei Gasen	971	Brechungsexponent des Wassers	934	Elektrometer nach <i>Braun</i>	1052
Absorption und Emission von Wärmestrahlen	972	Brechungsgesetzes, Genauer Nachweis des —	993	„ „ <i>Grimsehl</i>	920
Absorption von Gasen durch Flüssigkeiten	976	Brenner für empfindliche Flammen	990	„ „ <i>Noack</i>	981
Achsen, Freie	1008			Elektromotorische Kräfte, Vergleichung von —	997
Adhäsion in Haarröhrchen	978	C.		Elektroskope für Radioaktivität	1054
Änderung des Dampfdruckes mit der Temperatur	989	Chlorentwicklung	927	Elektrostatik, Messungen aus der — nach <i>Noack</i>	981
Akkumulatoren, Laden von	1037	Coulomb'sches Gesetz	996	Emanation, Radioaktive	1054
„ Aräometer für	1039	Crookes , Spinthariskop	1056	Emission und Absorption von Wärmestrahlen	972
Aktivieren, Glasgefäß zum	1054	Curie , Apparate nach —	1053, 1054	Empfindliche Flammen	990
Aluminium-Elektrometer	920			Entladende Wirkung der Röntgenstrahlen	920
Aluminiumschale für den <i>Leyden-frost'schen Versuch</i>	989	D.		Entladungsröhre	907
Ampèremeter	1041	Dämpfe und Gase, Apparat nach <i>Schaffers</i>	1012	Entleeren, Schnelles — von Flaschen	986
Analysator	945	Dampfdichtebestimmungsapparat	1017	Episkopischer Ansatz	1023
Analyse der Schwingungen	933	Dampfdruck und Temperatur	989	Erhöhung der Siedetemperatur	967
Anordnung der Elektrizität auf Leitern	997	„ von Äther	988	Erniedrigung des Gefrierpunktes	966
Ansaugheber	987	Dampfspannung	977	„ des Siedepunktes	967
Aperiodisches Quadranten-Elektrometer	1053	Dampf über heißem Wasser	988, 989	Erwärmte Luft steigt auf	961
Aperiodisches Taschen-Voltmeter	1039	Demonstrations-Nernstlampe	928		
Aräometer für Akkumulatorensäure	1039	„ -Zeigerwage	1007	F.	
Arbeit und Wärme	967	Destilliertes Wasser leitet den Strom nicht	956	Feuchtigkeit, Relative	989
Argon-Röhren	1033	Dewar'sche Gefäße	995	Fahrbarer Projektionstisch	1022
Atomwärme	970	„ „ Zur Theorie der —	963	Fallkugeln nach <i>August</i>	1003
Auftrieb der Gase	977	Diapositive der Wellenformen	953	Flammen, Empfindliche	990
Augenmodell	941	Dichtigkeitsbestimmungen, Elektr.	982	Fleming , Schattenkreuzrohr	1047
Ausdehnung der Flüssigkeiten	1017	Dichtigkeitsmaximum des Wassers	995	Fluoreszierende Flüssigkeiten	994
Ausdehnung der Gase bei konstantem Druck	995	Dielektrizitätskonstante	924	Flüssige Kohlensäure	1019
Ausdehnung der Luft	961	„ Messung der —	1049	„ Krystalle	1057
„ des Glases	960	„ Messung von —		„ Luft, Glasgefäße für —	995
„ flüssiger Körper	960	nach <i>Noack</i>	983	„ Versuche mit —	996
„ des Wassers bei Eisbildung	978	Differenz, Thermochemische	969	Flüssigkeiten, Fluoreszierende	994
Ausdehnung des Wassers zwischen 0 und 4°	961	Dilatometer	943	Flüssigkeitsströme	914
		Disgregation	964	Flüssigkeitswiderstand	921
B.		Doppelgeschütz zur Kinetischen Massenbestimmung	926	Fortpflanzung des Druckes in Gasen	977
Ballistischer Galvanometer, Eichung	1047	Doppelkugellkondensator	983	Foucault'schen Pendel , Beruhigungsvorrichtung zum —	993
Bank, Optische	935	„ -kurbelschalter nach <i>Weinhold</i>	997	Freie Achsen	1008
Barometer, Zur Erklärung der —	988	„ -prisma nach <i>Winkelmann-Abbe</i>	1031	Funkenmikrometer	984
Batteriewechselstromapparat	999	„ -thermoskop nach <i>Looser</i>	959	Funkenpotential	984
Beruhigungsvorrichtung zum <i>Foucault'schen Pendel</i>	993	Doppler'sches Prinzip	1017		
Bestrahlung mit Kathodenstrahlen	908	Dosentelephon	925	G.	
Beugungsbild im Mikroskop	1032	Drahtkörbe zu Versuchen über die Anordnung der Elektrizität auf Leitern	997	Gaede-Pumpe	903
Beugungstreifen	952, 953	Drehfeldversuche	999	Galvanisches Element, Zerlegbares	914
Bewegung eines Leiters durch ein magnetisches Kraftfeld	956	Drehspul-Spiegelgalvanometer	1040	Galvanometer, Spiegel-	1040
Bewegungen, Parallelogramm der —	937	Drehstrommotormodell	999	Gase und Dämpfe, Apparat nach <i>Schaffers</i>	1012
Bewegungsparallelogramm	1004	Drehung der Polarisationssebene	947	Gefrierungsversuch	909
Bildungswärme chemischer Verbindungen	969	Dreieckschaltung	998	Geißlerrohr	1047
Blasebalg	1052	Dreileitersystem	918	Gipsblättchen, Modell des Strahlenganges bei einem —	948
Blechbox für Gummischläuche etc.	990	Drude , Meßkondensator	1050	Glasdose für Totalreflexion	1033
Blechwürfel zu Dichtigkeitsbestimmungen	982	„ Messung von Dielektrizitätskonstanten	1050	Gläser, Rasch gekühlte	1031
		Druck einer Wassersäule	978	Glasgefäße für flüssige Luft	995
		Druckfortpflanzungsapparat	1009	Glaskasten	996
		Druckrohr	985	Glasröhren mit flüssiger Kohlensäure	1019
				Gleichrichter	1037
				Glühlampen-F	942

	Seite
Glühlampen Laterne	950
Glühlampen-Modell	954
„ -Ring	942
„ -Verzweigungswiderstand	925
Goldstein , Kanalstrahlenrohr	1048
Goniometer	936
Graphitleiter	921
Grimsehl , Apparate nach	911
„ Die elektrische Glühlampe	956

H.

Hartglasröhre für Metalldestillation	909
Hartl , Bodendruckapparat nach —	1010
„ Glasdose für Totalreflexion	1033
„ Oberflächenfarben	1034
„ Optische Scheibe	1026
Hebelwage für Vorlesungen	1007
Hebervorrichtung nach <i>Rebenstorff</i>	986
Heizvorrichtung	1036
Helium-Röhren	1034
Helmholtz , Ophthalmometer	1034
Heronsball	988
Heronsbrunnen	1011
Hitzdrahtgalvanometer	930
Hochspannungsbatterie	983
Hoch-Vakuum-Pumpe	903
Höfler , Schienenapparat	1004
Hohlwürfel	992
Holzkörper für den Schwerpunkt	1008
Holzrahmen für Kraftlinienbilder	1047
Horizontalintensität des Erdmagnetismus	932
Hydratationswärme	1019
Hydraulische Presse	1009

I.

Induktionsspule zum Eichen ballistischer Galvanometer	1047
Induktor	924
Influenzelektrismaschine	1036
Interferenzapparat nach <i>Quincke</i>	1017

J.

Jod-Cadmium-Widerstand	1045
Jonenbildung	964
Jonisation der Luft	924, 1051
Joulesches Gesetz (Apparat nach <i>Grimsehl</i>)	919
„ „ (Doppelthermoskop)	973

K.

Kalkspatkreuz, Modell der Hauptlagen	951
Kalkspatplatte, Modell des Strahlenganges bei einer —	949
Kälte durch Verdünnung	968
Kanalstrahlenröhre	907
Kanalstrahlenröhre nach <i>Goldstein</i>	1048
Kapazitäten, Messung von —	1048
Kapazitätsmessungen eines Elektrometers	983
Kapsel, Radioaktive	1054
Kathodenstrahlenröhre	908
Kinetische Massenbestimmung	926
Klanganalyse	1017
Knallgas-Voltameter	945
Kohlenfadenlampe	953
Kohlensäure, Flüssige	1019
Kolbe , Mensur für Projektion	1025
„ Schulmeßbrücke	1042
„ Schulrheostat	1044
Kondensation radioaktiver Emanation	1054

	Seite
Kondensator	924
Kondensatorplatten	920
Konstanz des Schmelzpunktes	966
„ Siedepunktes	966
Konzentrationslinse	993
Kräftepaarkanone	941
Kraftlinienbilder	1047
Kraftlinien, Richtung von —	997
Kritische Temperatur	1018
Kryophor nach <i>Grimsehl</i>	929
„ „ <i>Looser</i>	965
Krypton-Röhren	1034
Krytalle, Flüssige	1057
Kugelkondensator	982

L.

Laden von Akkumulatoren	1037
Lamettafäden	921
Lampen, Verschiedene, auf Stativ	1045
Lehmann , Präparate nach —	1057
Lenard -Strahlen	909
Leslies Gefrierungsversuch	909
Leydenfrost'scher Versuch	989
Lichtbrechung in verschiedenen Flüssigkeiten	1027
Lichtgeschwindigkeiten, Verhältnis der —	952, 953
Liliput-Bogenlampe	951
Linsenkasten	935
Lissajous'sche Figuren	1012, 1015
Looser , Doppelthermoskop nach —	959
Lösungswärme	963
Luftballons, Versuche mit —	990
Luft durch Wärmestrahlen nicht erwärmt	995
Luft, flüssige, Glasgefäße für —	995
Luft, Flüssige, Versuche mit —	996
Luft, in Wasser gelöst	988
Luftpumpenglocken	909
Luftpumpenschlauch	910
Luftpumpenteller	909
Luftpumpe nach <i>Gaede</i>	903
Luftstoßapparat	1016

M.

MacLeod's Vakuummeter	910
Manometer	944
Massenanziehung	993
Massenbestimmung, Kinetische	926
Mechanisches Wärmeäquivalent nach <i>Grimsehl</i>	930
Mechanisches Wärmeäquivalent nach <i>Rubens</i>	1019
Mehrphasenstrom	999
Mensur für Projektion	1025
Meßbrücke nach <i>Kolbe</i>	1042
Meßkondensator nach <i>Drude</i>	1050
Messung elektrischer Wellen	1048
Metalldestillation	909
Meteorologie	1021
Mikroskopes, Zur Theorie des —	1032
Modell der Glühlampe	954
„ „ Nernstlampe	928
Modell der Schwingungsebenen	948
Modelle zur Lehre der Polarisation	946
Molekularvolumen der Flüssigkeiten	1018
Momentensatz	928

N.

Natriumröhre nach <i>Warburg</i>	1050
Neon-Röhren	1034
Nernstlampe, Demonstrations-	928
Nernstlampe für Galvanometer	1041
Nernst , Messung von Dielektrizitätskonstanten	1049
Neusilberdrahtwiderstände	1045
Niveauröhrchen nach <i>Rebenstorff</i>	988

Noack , Messungen aus der Elektrostatik	981
„ Schülerübungen	1061
Normalthermometer für flüssige Luft	996

O.

Oberflächenfarben nach <i>Hartl</i>	1034
Oberflächenspannung	989
Ohm'sches Gesetz	997
Ophthalmometer	1034
Optische Bank	935
Optische Scheibe nach <i>Hartl</i>	1026
Osmose der Gase	977
Oxydationsversuche mit dem Doppelthermoskop	975
Ozonisierungsrohre	996
Ozonbildung	975

P.

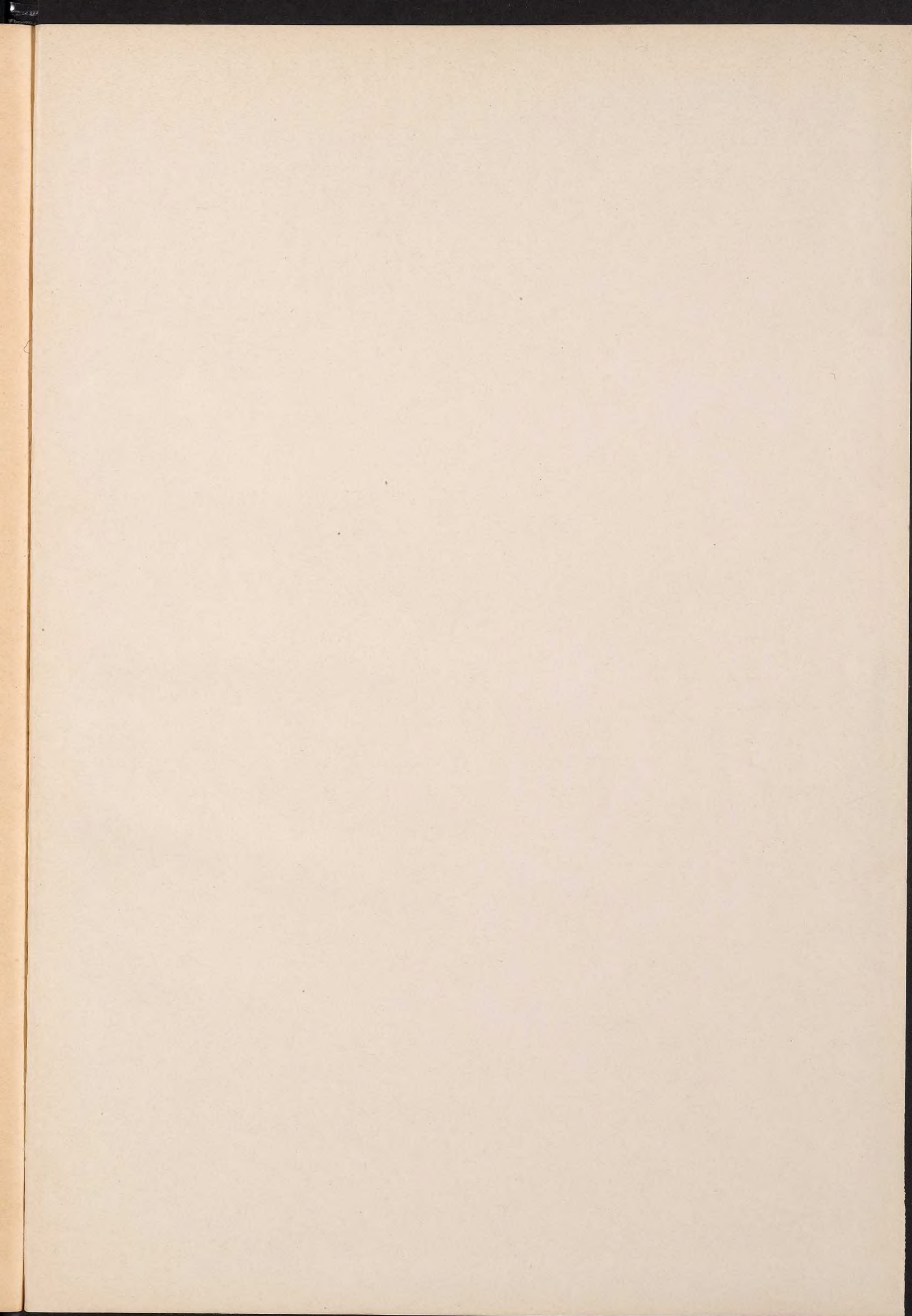
Papin'scher Topf	1019
Parallelogramm der Bewegungen	937
„ nach <i>Hartl</i> „ „	1004
Pendel	943
Pendelapparat für das <i>Coulomb'sche</i> Gesetz	996
Pendelentlader	983
Pfeife für das <i>Doppler'sche</i> Prinzip	1017
Phosphoreszenz durch radioaktive Substanzen	1054
Piezoelektrische Apparate	1053
Phasenverschiebung	999
Plattenkondensator	983
Polanzeiger	1039
Polarisationsansatz zur optischen Scheibe	1028, 1031
Polarisationsapparat nach <i>Grimsehl</i>	947
„ Einfacher	1031
Polarisationsbatterie	999
Polarisator	945
Polariskopischer Ansatz	1024
Polindikator	1039
Polstärke von Magnetnadeln	931
Polwage nach <i>Grimsehl</i>	931, 932
„ „ <i>Kleiber-Noack</i>	1035
Porosität des Tones	977
Porro'sches Prismenfernrohr	994
Präparate, Radioaktive	1055
Präzisionsstativ	992
Presse, Hydraulische	1009
Prinzip, <i>Doppler'sches</i>	1017
Prismenfernrohr	994
Projektionsmensur	1025
Projektions-Nernstlampe für Spiegelgalvanometer	1041
Projektionssatz	938
Projektionstisch	1022
Psychrometer nach <i>August</i>	965

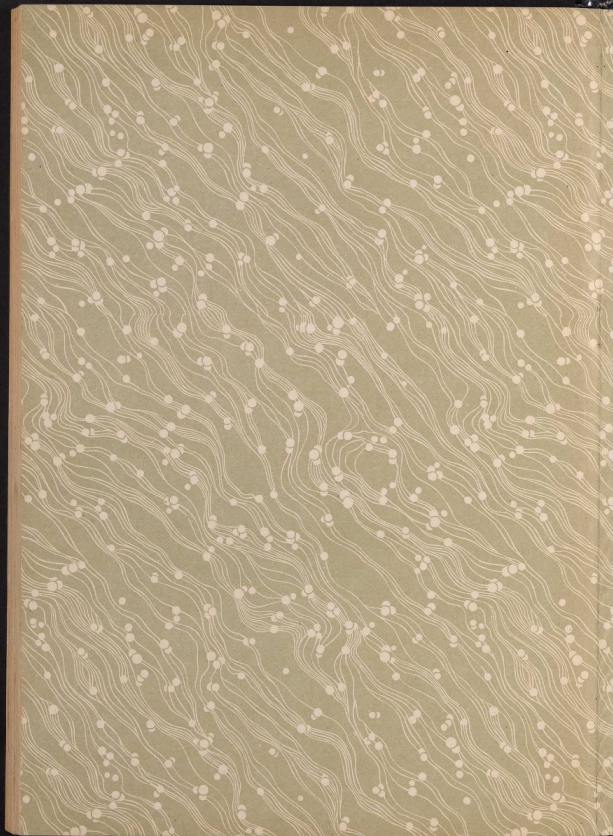
Q.

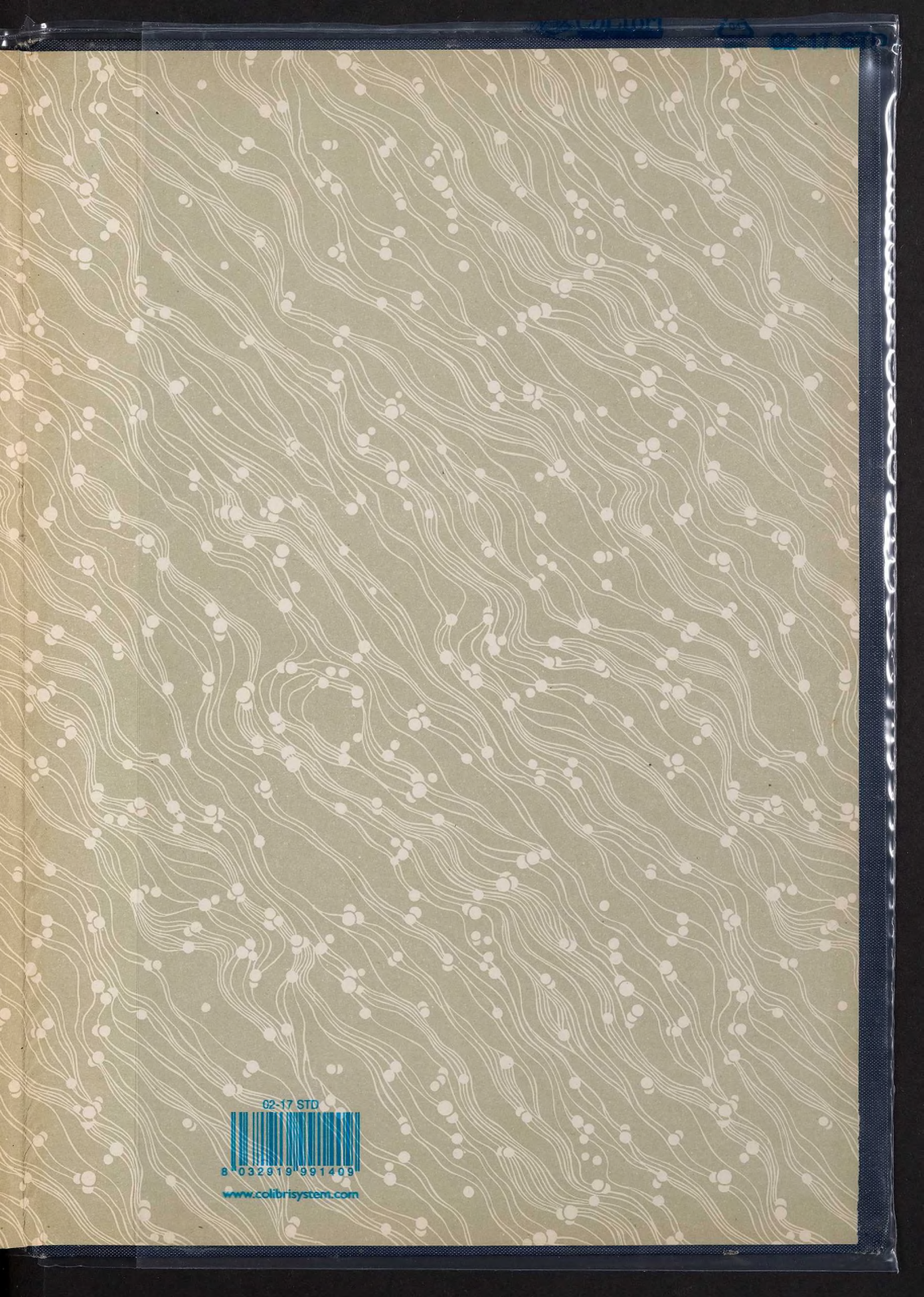
Quecksilber-Einfüllapparat	1003
Quecksilberluftpumpe nach <i>Gaede</i>	903
Quecksilbertropfgefäß	942
Quadranten-Elektrometer nach <i>Curie</i>	1053
„ „ <i>Dolezalek-Nernst</i> „ „	1035

R.

Radioaktive Präparate	1055, 1056
Radioaktivität	1053
Radiumröhre	1056
„ uhr	1056
Rasch gekühlte Gläser	1031







02-17 STD



8 032619 991409

www.colibrisystem.com

