

Physikalisches Praktikum : im Anschluss an Dr. H. Wettsteins "Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen" : 4. Teil

Autor(en): **Gubler, Th.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische pädagogische Zeitschrift**

Band (Jahr): **5 (1895)**

Heft 6

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-788402>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Physikalisches Praktikum

im Anschluss an Dr. H. Wettsteins „Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen“ von Th. Gubler.

IV.

V. Lehre von der Elektrizität.

A. Magnetismus.

85. Magnetische Grunderscheinungen.

Der Magnet zieht Eisen und Nickel an.

1. Man lässt den Magneten Eisenstücke, Eisenfeile, Zwanzigrappenstücke anziehen. (Zehnrappenstücke werden nicht angezogen.) Blei, Holz, Leder, Papier etc. werden nicht angezogen.

Die magnetische Kraft wirkt auf einige Entfernung.

2. Ein an einem Faden hangender Nagel wird auf einige Entfernung angezogen, auch wenn man zwischen denselben und den Magneten eine Glasscheibe, Papier etc. bringt.

3. Ein Nagel wird auf ein Stück Papier, Karton, ein dünnes Brettchen gelegt. Indem man mit dem Magneten unter dem Papier etc. wegfährt, bewegt sich auch der Nagel.

Polarität.

4. Der Magnet wird in Eisenfeile gelegt.

5. Längs des horizontal gehaltenen Magnetstabes wird ein grosser Nagel geführt. Indifferenzstelle, Pole.

Magnetisiren.

6. Eine unmagnetische Stricknadel wird mit dem Magneten bestrichen. Nachweis, dass sie magnetisch geworden ist.

Magnetische Kraftlinien.

7. Auf ein Stück Papier wird Eisenfeile gestreut und der Magnetstab unter dem Blatt hin- und herbewegt.

8. Die Pole des Stabmagneten und des Hufeisenmagneten werden unter ein Blatt Papier gehalten. Auf das Blatt wird Eisenfeile gestreut und dasselbe mit dem Finger leicht angeschlagen.

Richtungskraft des Magneten.

9. Eine unmagnetische Stricknadel wird an einem Kokonfaden aufgehängt, sie ist richtungslos.

Sie wird magnetisirt und wieder aufgehängt. Sie stellt sich in die N-S Linie. Nordpol-Südpol.

10. Vorweisen der Magnetnadel.

Stabmagnet.
Eisenstücke.
Nägel.
20 und 10 Rap-
penstücke.
Blei-, Holz-,
Leder- Papier-
stücke.
Gestell. Nagel
an einem Faden.
Glasscheibe.

Stück Papier.
Karton.
Brettchen.
Nagel.

Eisenfeile.
Grosser Nagel.

Stricknadel.

Blatt Papier.
Eisenfeile.

Gestell. Faden.
Unmagnetische
Stricknadel.

Magnetnadel.

Es gibt zwei Magnetismen.

11. Dem Nordpol der aufgehängten magnetischen Stricknadel wird der N Pol, der S Pol, der Magnetnadel genähert, ebenso dem Südpol. Gleichnamige Pole stossen sich ab etc.

Stricknadel.
Magnetnadel.

N und S Magnetismen gleicher Stärke heben sich auf.

12. Zwei Messer werden magnetisch gemacht, indem man das eine mit dem N Pol, das andere mit dem S Pol des Magneten streicht. Man begnügt sich an dieser Stelle, an der Magnetnadel zu zeigen, dass sie entgegengesetzt magnetisch sind. Das eine Messer lässt man einen Nagel von der Grösse anziehen, dass es kaum einen schwerern zu tragen vermöchte, und legt das andere Messer darauf. Der Nagel fällt ab.

2 Messer. Nagel.

86. Der Erdmagnetismus.

1. Dem auf dem Tisch liegenden Magneten wird die an einem Faden hangende kleine Magnetnadel genähert; sie steht unter dessen Einfluss.

Stabmagnet.
Magnetisches
Stück einer
Stricknadel an
einem Faden.

2. Die kleine Nadel wird in horizontaler Ebene um den grossen Magneten herumgeführt. Deklination. Isogonen.

3. Die Deklinationkarte in Wettsteins Atlas wird besprochen.

Deklination-
karte in
Wettsteins
Atlas Bl. V.

4. Die kleine Nadel wird in vertikaler Ebene über den Magneten weggeführt. Inklination. — Isoklinen.

5. Herstellung einer Inklinationsnadel.

Unmagnetische
Stricknadel.
Faden.
Stabmagnet.

Eine unmagnetische Stricknadel wird genau im Schwerpunkt an einem Faden aufgehängt und, damit sich derselbe nicht mehr verschiebe, mit etwas Wachs oder Siegellack befestigt. Wenn die Nadel magnetisirt ist, sinkt das Nordende ein.

6. Besprechung der Inklinationkarte in Wettsteins Atlas.

Inklination-
karte in
Wettsteins
Atlas Bl. V.
Busssole.

7. Beschreibung der Busssole.

87. Magnetische Induktion.

1. Ein unmagnetisches Stück weicher Eisendraht wird in Eisenfeile getaucht. Es hängt keine Eisenfeile daran. Es wird wieder eingetaucht und dem vorstehenden Ende ein Magnetpol genähert. Eisenfeile wird angezogen, fällt aber vom Drahtstück ab, wenn der Magnet entfernt wird.

Weicher Eisen-
draht. Eisen-
feile. Stab-
magnet.

2. An den einen Pol des Stabmagneten hängt man einen Nagel, an diesen einen zweiten, dritten u. s. f.

Stabmagnet.
Drahtstiften.

Man fasst den ersten Nagel und zieht den Magneten weg. Die Nägel fallen auseinander. Einfluss — Influenz — Induktion.

3. An den Nordpol des Magneten hänge man ein feines Eisenstäbchen (3 cm langes Stück Blumendraht) und nähere den N Pol eines

Blumen-
draht, 3 cm.
Stabmagnet.
Magnetnadel.

andern Magneten, z. B. der Magnetnadel. Es wird abgestossen; nähert man den S Pol, so wird es angezogen.

Stabmagnet.
2 Eisenstäbchen
an Fäden.

4. Hängt man 2 Stäbchen von gut ausgeglühtem Eisendraht an Fäden dicht nebeneinander, so dass sie sich der Länge nach berühren und hält darunter einen Magneten, so weichen die Drahtstückchen auseinander, nähern sich aber wieder, wenn der Magnet entfernt wird.

Drahtstücke von ca. 6 cm Länge und 2 mm Dicke werden mit etwas Leim an Seidenfäden befestigt.

Stabmagnet.
2 Zwanzig-
rappenstücke.

5. Man bringt an einen Pol des Stabmagneten 2 nebeneinanderliegende Zwanzigrappenstücke. Sie stossen einander ab.

Auch die Erde wirkt induzirend.

Turnstab.
Retortenhalter.
Magnetnadel
auf Gestell.

6. Ein Turnstab wird ungefähr in der Richtung der Inklinationnadel im Retortenhalter befestigt (beschweren!). Eine auf langer Nadel ruhende Magnetnadel wird den beiden Enden genähert. Das untere Ende erweist sich als N Pol, das obere als S Pol. Kehrt man den Stab um, so kehrt auch der Magnetismus um.

Eisenstab.

7. Ein weicher Eisenstab wird längere Zeit, mehrere Wochen, in der Richtung der Inklinationnadel aufgehängt und bisweilen mit einem Hammer angeschlagen. Er wird zum dauernden Magneten.

Die meisten eisernen Werkzeuge der Handwerker, Eisenbahnschienen, eiserne Säulen in Gebäuden sind etwas magnetisch.

88. Der Magnetismus ist eine Kraft, kein Stoff.

Unmagnetische
Stricknadel.
Stabmagnet.
Eisenfeile.

1. Eine Stricknadel wird mit dem N Pol des Magneten gestrichen. In der Richtung des Streichens entsteht ein S Pol.

2. Man legt die Nadel in der Richtung der Deklinationnadel auf den Tisch und bezeichnet auch in den folgenden Versuchen die Pole mit Kreide auf dem Tisch.

Man bricht die Nadel entzwei und erhält an der Indifferenzstelle zwei neue Pole; dem Südpol befindet sich ein N Pol gegenüber.

Man bricht einen Teil wieder und wieder und zeigt an der Magnetnadel und mit Eisenfeile, dass immer neue Pole entstehen, dass man sich den grossen Magneten aus kleinen Magneten aufgebaut denken kann.

B. Reibungselektrizität.

89. Elektrische Anziehung.

Voraussetzung für alle Versuche über Reibungselektrizität: Warme, besonders aber trockene Luft, staubfreie Apparate. Die Apparate legt man vor dem Gebrauch an die Sonne oder wärmt sie am Ofen.

1. Mit der mit Seide geriebenen Glasstange und der mit Wolle geriebenen Siegellackstange werden Kleie, Spreu, Papierschnitzel, Holundermarkkugeln und andere leichte Gegenstände angezogen.

Wenn der Tisch lackirt ist, legt man auf denselben ein Reissbrett.

2. Ein auf eine Kugel oder ein Ei gelegtes Lineal wird im Kreise vor- und rückwärts geführt, ebenso eine Latte von 2 m Länge.

Damit Lineal und Latte nicht von der Unterlage herabfallen, durchbohrt man sie in der Mitte und bringt eine Aufhängevorrichtung an, wie die Magnetnadel der Bussole sie besitzt, und setzt sie auf den Ständer mit Nadel auf.

3. Der Kautschukkamm wird einigemal durchs trockene Haar gezogen; er zieht die Latte etc. an.

4. Ein Blatt Papier, Zeitung, wird an den warmen Ofen gelegt und mit der Hand gestrichen. Nimmt man es, indem man es an den 4 Ecken fasst, vom Ofen weg, so kann man daraus Funken ziehen, die im Dunkeln sehr deutlich sind. Lineal und Latte werden vom Papier angezogen.

5. Ein Streifen Schreibpapier von ca. 20 cm Länge und 3—4 cm Breite wird am warmen Ofen oder über der Lampe erwärmt, auf den Tisch gelegt und mit dem Radirgummi in der Längsrichtung gestrichen. Fasst man den Streifen an beiden Enden und nähert ihn dem Lineal oder der Latte, so werden diese angezogen.

Glasstange.
Reibzeug: Seide.
Siegellackstange. Reibzeug: Wolle.
Kleie. Spreu.
Papierschnitzel.
Holundermarkkugeln.
Lineal und Latte auf Kugel oder Nadelspitze.

Kautschukkamm.

Blatt Papier.

Streifen Papier.
Radirgummi.

90. Leiter und Nichtleiter.

1. Nachdem das Elektroskop in seiner Einrichtung — nicht in seiner Wirkungsweise — erklärt worden ist, wird dasselbe mit Glas- oder Harzelektrizität geladen.

Elektroskop.
Glas- und Harzstange mit Reibzeug.

2. Man verbindet die Glasstange mit dem Elektroskop durch

- a) einen Draht oder eine Kette,
- b) eine trockene Packschnur,
- c) eine nasse Packschnur,
- d) eine trockene Seidenschnur,
- e) eine nasse Seidenschnur.

Draht oder Kette.
Packschnur.

Seidenschnur.

3. Man berührt das geladene Elektroskop mit der Hand, einem Metallstab, mit der Glas- und der Harzstange, mit Wolle und Seide.

Metallstab.

91. Alle Körper werden durch Reibung elektrisch.

1. An einer seidenen Schnur werden Schlüssel, Holzstück, Buch etc. aufgehängt, mit dem Fuchsschwanz gepeitscht und damit das Elektroskop berührt oder die Latte angezogen.

Fuchsschwanz.
Schlüssel. Holzstück. Buch.
Seidene Schnur.
Elektroskop.
Latte.

Dünner Glasstab. Rohr des pneumatischen Feuerzeuges.

2. An einen dünnen Glasstab steckt man das Rohr des pneumatischen Feuerzeuges, peitscht dasselbe mit dem Fuchsschwanz und zieht die Latte mit demselben an.

Isolirschemel.

3. Ein Schüler stellt sich auf den Isolirschemel; man peitscht ihn mit dem Fuchsschwanz. Die Blättchen des Elektroskopes gehen beim Berühren durch denselben auseinander. Lineal oder Latte werden angezogen.

In Ermanglung eines Isolirschemels legt man auf 4 trockene Trinkgläser ein Brettchen.

92. Es gibt zwei Elektrizitäten.

Gestell. Aufhängehaken an seidener Schnur. 2 Glas- und 2 Siegellackstangen und Reibzeug.

1. In den Aufhängehaken wird die ungeriebene Glasstange gelegt. Sie wird von der geriebenen Glasstange angezogen. Ebenso wird die ungeriebene Harzstange von der geriebenen Harzstange angezogen.

2. Legt man eine geriebene Glasstange in den Haken, so wird sie von der geriebenen Glasstange abgestossen, von der geriebenen Harzstange aber angezogen.

Der Versuch wird wiederholt, indem eine geriebene Harzstange in den Aufhängehaken gelegt wird. Positive und negative Elektrizität.

Der Aufhängehaken ist ein aus Draht gebogener doppelter Haken, der mit einer seidenen Schnur an einem Gestell befestigt wird.

Elektroskop. Glas- und Harzstange mit Reibzeug.

3. Das Elektroskop wird mit der geriebenen Glasstange berührt. Nähert man die geriebene Glasstange, so gehen die Blättchen auseinander; nähert man die geriebene Harzstange, so sinken sie zusammen.

Der Versuch wird wiederholt, indem man das Elektroskop negativ ladet.

4. Die Versuche unter dem Titel: „Alle Körper werden durch Reiben elektrisch“ werden wiederholt, indem man untersucht, welcher Art die Elektrizität ist.

93. Die Elektrizität des Reibzeuges.

Glas- und Harzstange. Reibzeug. Latte. Aufhängehaken.

1. Der Wollappen, mit dem die Siegellackstange gerieben wurde, zieht die Latte an,

ebenso die Seide, mit der die Glasröhre gerieben wurde.

2. Nähert man der geriebenen Glasstange, die in den Aufhängehaken gelegt wurde, das seidene Reibzeug, so erfolgt Anziehung, während die Glasstange vom wollenen Reibzeug abgestossen wird.

Isolirschemel. Elektroskop. Hartgummikamm.

3. Mit dem Hartgummikamm kämmt man einen Schüler, der auf dem Isolirschemel steht, ohne ihn mit dem Körper zu berühren. Der Hartgummikamm wird öfters durch die linke Hand gezogen, um ihn zu entladen. Mit dem Fingerknöchel kann der Schüler die Latte anziehen.

Am Elektroskop erkennt man, dass er positiv elektrisch ist, während der Kamm negativ elektrisch ist.

4. Man stellt sich auf den Isolirschmel und reibt die Glasstange. Hierauf reicht man dieselbe, ohne dass beide Körper sich berühren, einem Schüler, der sie durch die Hand zieht, um sie zu entladen. Nachdem dies mehrmals wiederholt worden ist, erweist sich unser Körper als negativ elektrisch.

Isolirschmel.
Glasstange.
Reibzeug.
Elektroskop.

5. Die Glasstange kann auch negativ elektrisch erregt werden. Wenn die Luft sehr trocken ist, die Versuche also wohl gelingen, peitscht man die Glasstange kräftig mit dem Fuchsschwanz; sie erweist sich als negativ elektrisch.

Glasstange.
Fuchsschwanz.

Der Versuch gelingt nur unter ganz günstigen Verhältnissen. Wenn die Glasstange rauh geschliffen ist, soll derselbe mit grösserer Sicherheit erfolgen.

6. Die elektrische Spannungsreihe.

7. Erklärung der Reibungselektrisiermaschine.

94. Elektrische Induktion.

Zwei Siegellackstangen werden senkrecht auf zwei Brettstücke befestigt. Oben in dieselben drückt man 2 Nägel, die man in der Flamme heiss gemacht hat, senkrecht, mit der Spitze nach oben, ein. Da Siegellackstangen mit der Zeit sich verbiegen, verwendet man vorteilhafter kurze Glasstangen, auf die man die Nägel ebenfalls mit Siegellack befestigt.

1. Eine Rübe (Apfel, Kartoffel, Gurke, Kürbis) wird isolirt aufgestellt, indem man sie an die isolirte Spitze steckt. Die geriebene Glasstange wird ihr genähert und entfernt. Man berührt mit der Rübe, ohne sie zu berühren, das Elektroskop. Sie ist unelektrisch.

2 isolirte
Spitzen. Glas-
und Siegellack-
stange mit
Reibzeug. 2 als
Konduktoren
dienende
Körper.

Anstatt mit der Rübe das Elektroskop zu berühren, kann man sich auch eines Überträgers bedienen. An eine Siegellackstange befestigt man eine grosse Kupfermünze, indem man die erwärmte Münze auf die Stange legt. Mit dem Überträger berührt man die Rübe und dann das Elektroskop.

2. Die geriebene Glasstange wird der Rübe wieder genähert und das entferntere Ende der Rübe gleichzeitig mit dem Finger berührt. Finger und Glasstange werden miteinander entfernt. Die Rübe ist negativ elektrisch.

3. Die geriebene Glasstange wird genähert und das nähere Ende der Rübe berührt. Die Rübe ist trotzdem negativ elektrisch.

4. Die drei Versuche werden wiederholt, indem man statt der Glasstange die Siegellackstange verwendet.

5. Eine zweite Rübe wird isolirt aufgesteckt und die beiden Rüben einander bis zur Berührung genähert. Nähert man der einen die geriebene Glasstange und entfernt die beiden Körper voneinander, so ist die nähere negativ, die entferntere positiv elektrisch.

Draht oder
Kette. 2 Nägel.
Elektroskop.

6. Man verbindet die beiden Rüben durch einen Draht, dessen Enden man in die Rüben steckt, oder durch eine Kette, die man an zwei in die Rüben gesteckte Nägel hängt. Die zweite Rübe wird zudem mit dem Elektroskop in Verbindung gesetzt. Nähert man der ersten Rübe die Glasstange, so gehen die Blättchen des Elektrometers auseinander; entfernt man, so fallen sie zusammen. Die Verteilung erfolgt augenblicklich.

7. Wird die entfernte Rübe mit dem Finger berührt, während die Glasstange angenähert wird, so fallen die Blättchen zusammen. Beim Entfernen von Finger und Glasstange schlagen sie aus. Das Elektrometer ist negativ geladen. Es kann auch die nähere Rübe berührt werden.

8. Die gleichen Versuche werden mit Anwendung der Harzstange wiederholt.

95. Erklärung des Elektroskopes.

Elektroskop.
Glas- und Harz-
stange mit
Reibzeug.

1. Die geriebene Glasstange wird der Kugel des Elektroskopes genähert. Die Blättchen divergieren, fallen aber beim Entfernen der Glasstange wieder zusammen.

2. Nähert man die geriebene Glasstange und berührt man mit dem Finger die Kugel des Elektrometers, so fallen die Blättchen zusammen. Beim Entfernen von Hand und Stange gehen sie wieder auseinander. Das Elektroskop ist negativ geladen.

3. Die gleichen Versuche werden auch mit der Harzstange durchgeführt.

96. Erklärung des Elektrophors.

Elektrophor.
Fuchsschwanz.
Elektrometer.

1. Die Ebonitplatte wird mit dem Fuchsschwanz gepeitscht, der Deckel an den Seidenschnüren aufgesetzt und abgehoben; er ist unelektrisch. Nachweis am Elektrometer!

2. Der Deckel wird beim Abheben mit dem Finger berührt und dem Elektrometer genähert. Er ist positiv elektrisch.

3. Der Deckel wird mit dem Elektrometer durch eine Kette verbunden, deren anderes Ende auf dem Deckel durch einen aufgelegten Gewichtstein gehalten wird. Legt man den Deckel auf die Ebonitplatte, so divergieren die Blättchen; hebt man ihn ab, so fallen sie zusammen.

4. Setzt man den Deckel auf und berührt ihn mit dem Finger, so fallen die Blättchen zusammen; beim Abheben schlagen sie kräftig auseinander. Der Elektrometer ist positiv geladen.

Es muss Sorge getragen werden, dass die Goldblättchen nicht weggeschleudert werden.

97. Erklärung der Leidenerflasche.

Besitzt man keine Elektrisirmaschine, so bedient man sich zum Laden der Leidenerflasche des Cottrellschen Reibzeuges. An einen Seidenlappen näht man einen Streifen Drahtnetz, dessen Enden man rechtwinklig umbiegt. Das Reibzeug wird so um die Glasstange gelegt, dass die Spitzen gegen die Glasstange schauen und dieselbe auf ihrem ganzen Umfange umgeben. Durch einen feinen Draht oder eine Kette wird das Drahtnetz mit der Leidenerflasche verbunden. (Wenn man zum Laden der Leidenerflasche eine Influenzmaschine verwendet, kann die Erklärung auch später erfolgen.)

1a. Die Flasche wird isolirt aufgestellt und die äussere Belegung mit dem Papierschild, die innere mit dem Konduktor verbunden. Die in der äussern Belegung freiwerdende Elektrizität geht nach dem Papierschild, der sich ausbreitet. Lässt man Funken überspringen, so erfolgt das Ausbreiten stossweise.

Leidener-
flasche.
Elektrisir-
maschine.
Isolirschemel
oder Ebonit-
platte.
Papierschild.

1b. Es kann auch die innere Belegung mit dem Papierschild und die äussere mit dem Konduktor verbunden werden.

2. Eine Person, die auf dem Isolirschemel steht, hält mit der einen Hand die Flasche und berührt mit dem Knopf derselben den Konduktor. Mit der andern kann sie die Latte anziehen. Funken können aus ihr gezogen werden.

Latte.

3. Die innere Belegung der isolirt aufgestellten Flasche wird mit dem Konduktor und dem Papierschild, die äussere mit der Erde leitend verbunden und die Flasche geladen. Dann wird die Ableitung nach der Erde aufgehoben und die innere und äussere Belegung abwechselnd mit dem Entlader, der durch eine Kette mit der Erde verbunden ist, berührt. Jedesmal wird der nicht gebundene Überschuss, der sich auf einer Belegung befindet, entfernt.

Dito. Entlader.
Kette.

4. Die Flasche wird geladen und mit dem Entlader entladen. Es wird gezeigt, dass noch ein zweiter, dritter Funken überschlägt.

Dito. Entlader.

5. Die menschliche Leidenerflasche.

Isolirschemel.
Ebonitplatte.

Eine isolirt stehende Person berührt mit der einen Hand den Konduktor und drückt mit der andern Hand die Ebonitplatte gegen die Hand einer auf dem Boden stehenden Person. Wenn die so gebildete Flasche geladen ist, nähern sich die beiden Personen die freien Hände.

98. Einfachste Form der Leidenerflasche.

1. Auf den Tisch legt man ein Stanniolblatt oder ein Stück Weissblech, auf dasselbe eine Glasscheibe, an welche zwei seidene Schlingen mit Siegelack befestigt wurden, und auf diese ein Stück Stanniol, das kleiner ist als die Glastafel. Das obere Stanniolblatt wird mit einem feinen Draht mit dem Elektroskop verbunden; das auf dem Stanniol

Stanniol.
Glastafel an 2
seidenen
Schlingen.
Elektroskop.
Draht.
Gewichtchen.
Glasstange mit
Reibzeug.

liegende Ende des Drahtes wird durch ein Gewichtchen festgehalten. Mit der geriebenen Glasstange wird das Gewichtchen mehrmals berührt, bis die Goldblättchen etwas auseinandergehen. Hebt man nun die Glasplatte an den Schlingen in die Höhe, so gehen die Goldblättchen auseinander. Setzt man die Glasplatte wieder auf, so fallen sie wieder zusammen.

2. Statt des obern Stanniolblattes kann auch Papier, statt des untern Blattes oder der Blechplatte der nicht lackirte Tisch verwendet werden.

99. Die Holtz'sche Influenzmaschine.

Holtz'sche
Influenz-
maschine.

1. Theorie der Maschine.

2. Das Überströmen der Elektrizität.

3. Die Verstärkungsröhre.

4. Bestimmung der Funkenlänge.

5. Einschalten der Leidenerflasche und der Flaschenfunken.

Dunkles
Zimmer.

6. Im dunkeln Zimmer wird der Unterschied zwischen positiver und negativer Elektrizität gezeigt. Die positive Elektrizität strömt in violetterm Büschellicht über, die negative Elektrizität als helle Punkte.

7. Die positive Elektrizität springt von der Spitze zur Fläche, die negative von der Fläche zur Spitze.

Zwei etwa 15 cm lange und 2 mm dicke Kupferdrähte werden je an einem Ende rund gefeilt, am andern Ende an einen blanken Metallknopf gelötet, U-förmig gebogen und in 2 Siegellackstangen, die auf einem Brettchen befestigt sind, so eingeschmolzen, dass je einer Spitze ein Knopf in 1,5—2 cm Entfernung gegenübersteht. Man verbindet den einen Draht mit dem positiven, den andern mit dem negativen Konduktor.

Korkkugelchen
an Draht und
an Seidenfaden.

8. Ein Korkkugelchen an einem feinen Draht (von einer G-Seite) wird dem Konduktor genähert; es wird dauernd angezogen.

9. Ein Kugelchen an einem Seidenfaden wird zuerst angezogen, dann dauernd abgestossen.

Metallplatte.

10. Hält man eine Metallplatte oder die Hand in die Nähe, so gibt das Kugelchen an dieselbe die Elektrizität ab und pendelt hin und her.

Papierschild.

11. Der Papierschild wird auf den Konduktor aufgesetzt; die Papierstreifen weichen auseinander.

Isolirschemel.

12. Ein auf dem Isolirschemel stehender Schüler wird elektrisirt. Aus den Fingern, der Nase etc. können Funken gezogen werden; der Papierschild, den er fasst, breitet sich aus.

100. Wirkung von Spitzen und Flammen.

a) Spitzen auf unelektrischen Körpern saugen die Elektrizität nicht auf, sondern strahlen entgegengesetzte Elektrizität gegen den Konduktor aus.

1. Ein unelektrischer Konduktor mit einer Metallspitze wird dem negativen Konduktor der Maschine genähert, so dass die Spitze in einigen Centimetern Entfernung diesem gegenübersteht. Ganz nahe an das entgegengesetzte Ende des Konduktors stellt man einen mit der Erde verbundenen Konduktor. Aus der Spitze strömt — im dunkeln Zimmer sichtbar — positive Elektrizität aus. Aus dem entgegengesetzten Ende springen Funken auf den abgeleiteten Konduktor über. 2 Konduktoren,
einer mit Spitze.
Dunkles
Zimmer.
2. Das entferntere Ende des Konduktors kann auch mit dem Papierschirm verbunden werden. Papierschirm.
3. Das zur Erde abgeleitete Flugrad wird dem Konduktor der Maschine genähert. Es dreht sich und aus den Spitzen strömt die entgegengesetzte Elektrizität. (Im dunkeln Zimmer auszuführen.) Flugrad.
Dunkles
Zimmer.
4. Auf die Maschine wird der Papierschirm aufgesteckt. Nähert man eine Spitze, z. B. einen in der Hand gehaltenen Nagel, so fallen die Blättchen zusammen; deckt man die Spitze mit einem Finger, so fahren sie auseinander. Papierschirm.
Nagel.
5. Auf das Elektroskop wird eine Spitze aufgesetzt. In ziemlicher Entfernung vom geladenen Konduktor weichen die Blättchen auseinander. Wird mit einem Glasstab die Spitze entfernt, so zeigt sich, dass die Elektrizität gleichnamig mit derjenigen des Konduktors ist. Elektroskop.
Pfropf mit
Nadel.
Glasstab.
- In einem etwas grossen Pfropf bringt man eine halbkugelige Aushöhlung an und steckt durch den Kork eine Nadel.
6. Der Pfropf mit der Nadel wird auf die Leidenerflasche gesetzt; sie wird geladen. Leidenerflasche.
Pfropf mit
Nadel.
7. Die beiden letzten Versuche werden wiederholt, indem man auf Elektroskop und Leidenerflasche statt der Spitze eine brennende Kerze aufsetzt, die unten halbkugelig vertieft ist. Kerze mit
Aushöhlung
- b) Spitzen auf elektrischen Körpern strahlen die Elektrizität aus.
8. Durch eine Siegellackstange steckt man einen heissen Nagel und lässt ihn erkalten. Hält man den Nagel an den geladenen Konduktor, so wird dieser rasch entladen. Im dunkeln Zimmer sieht man die ausströmende Elektrizität. Siegellack-
stange mit
Nagel.
9. Richtet man die Spitze gegen eine Kerzenflamme, so wird diese weggeblasen, sogar ausgelöscht. Kerze.
10. Auch durch die aufgesetzte brennende Kerze wird der Konduktor rasch entladen. Kerze mit
Höhlung.
11. Flugrad und Papierschirm werden mit dem Konduktor leitend verbunden. Flugrad und
Papierschirm.

101. Lichtwirkung.

- Dunkles Zimmer. 1. Der überspringende elektrische Funke hat Ähnlichkeit mit dem Blitz.
- Blitzröhre und Blitztafel. 2. Man lasse den Funken über die Blitzröhre und die Blitztafel schlagen.
- Stück Zucker. 3. Zwischen die beiden Konduktorkugeln bringe man ein Stück Zucker und lasse die Elektrizität sowohl als Büschellicht wie als Funken durchströmen.
- Fallröhre. Luftpumpe. Isolirschemel. 4. Die luftleere Fallröhre wird auf den Isolirschemel gelegt, das eine Ende mit dem Konduktor verbunden und das andere zur Erde abgeleitet. Die Röhre erglänzt in violetterm Licht.
- Geisslersche Röhren. 5. Man lässt die Elektrizität durch Geisslersche Röhren gehen.

102. Dauer des elektrischen Funkens.

- Dunkles Zimmer. Schwungmaschine. Scheibe mit weissen und schwarzen Feldern. Farbenscheiben. 1a. Auf die Schwungmaschine wird eine Scheibe, die abwechselnd weisse und schwarze Felder hat, befestigt. Wenn der Funke überschlägt, erscheinen die Felder, auch wenn die Maschine rasch gedreht wird, scharf begrenzt.
- 1b. Auf den Farbenscheiben sieht man die einzelnen Farben.

103. Mechanische Wirkungen.

- Papier. Karton. 1. Man lässt den Funken durch Papier und Karton schlagen. Um einen starken Funken zu erhalten, schaltet man eine oder mehrere Leidenerflaschen ein.
- Glasscheibe. Stearinkerze. Retortenthalter. 2. Man durchbohrt mit dem Funken eine Glasscheibe. Die Konduktorkugeln der Influenzmaschine werden abgeschraubt; zwischen die einander gegenüberstehenden Spitzen wird eine dünne Glasscheibe gebracht, die durch den Retortenthalter gehalten wird. Damit der Funke nicht abspringen kann, macht man auf die Scheibe auf der Seite des geladenen Konduktors einen Stearintropfen und stösst die Spitze in denselben. Eine oder mehrere Leidenerflaschen werden in den Stromkreis eingeschaltet.

104. Entzündungsversuche.

- Watte. Kolophonium. Blechtafel. Entlader. 1. Man überstreut etwas Watte mit Pulver von Kolophonium und entzündet sie mit dem Flaschenfunken. Flasche und Watte werden auf eine Blechtafel gebracht. Mit dem Entlader wird der Knopf der Flasche berührt und das andere Ende desselben der Watte genähert.
- Schälchen für Entzündung von Schwefeläther und Schwefelkohlenstoff. 2. Auf ein flaches Schälchen mit einer Erhöhung in der Mitte giesst man etwas Schwefeläther oder Schwefelkohlenstoff und lässt den Funken gegen die Erhöhung schlagen, indem man das Schälchen mit der äussern

Belegung der Flasche verbindet und den Knopf der Flasche dem Schälchen nähert oder mit dem Auslader die Verbindung herstellt.

3. Der Versuch kann auch so angeordnet werden: Ein auf dem Boden stehender Schüler hält mit einer Zange das Schälchen mit Schwefeläther oder Schwefelkohlenstoff. Ein auf dem Isolirschemel stehender Schüler, der mit dem geladenen Konduktor verbunden ist, nähert dem Schälchen den Knöchel eines Fingers oder einen Eiszapfen. Der überschlagende Funke entzündet.

Zange.
Eiszapfen.
Isolirschemel.

Im Mittelpunkt eines kreisrunden Bleches von etwa 3 cm Durchmesser schlägt man eine flache Erhöhung und lötet auf die Oberseite einen ringförmig gebogenen Draht, der in einen Griff ausläuft. Der Draht bildet den Rand des Schälchens. Die kleine Erhöhung in der Mitte gibt dem Funken die bestimmte Richtung.

4. Der elektrische Mörser wird mit zerstoßenem Schiesspulver gefüllt. Das eine Drahtende desselben wird mit der äussern Belegung der geladenen Leidenerflasche, das andere durch ein kurzes Stück nasse Schnur mit dem einen Arm des Entladers verbunden. Nähert man den andern Arm des Entladers dem Knopf der Flasche, so entzündet der überschlagende Funke das Pulver. Schaltet man keine nasse Schnur ein, so wird das Pulver bloss herausgeworfen.

Elektrischer
Mörser. Schiess-
pulver. Ent-
lader. Nasse
Schnur.

In ein Klötzchen Hartholz von etwa 7 à 7 à 4 cm bohrt man mit dem Zentrumborner ein etwa 2 cm tiefes, 1 cm weites Loch und von beiden Seiten her etwa 5 mm über dem Grund des Loches mit einem Nagelbohrer Löcher, durch welche man 2 Kupfer- oder Messingdrähte so steckt, dass sie sich beinahe berühren. Den Drähten werden aussen Ringe ange dreht.

5. Mit dem elektrischen Mörser wird ein Gemisch von Schwefelantimon und Kaliumchlorat entzündet.

Schwefel-
antimon.
Kaliumchlorat.

Eine Messerspitze voll chlorsaures Kali wird in der Reibschale fein gepulvert und auf ein Blatt Papier geschüttet. Hierauf werden Reibschale und Reibkeule sorgfältig gereinigt, und eine Messerspitze voll Schwefelantimon wird so lange gerieben, bis es sich ganz mehlig anfühlt. Die beiden Körper werden zusammengebracht und mit einer Federfahne oder dem weichen Finger gemengt. Mit einem harten Gegenstand darf man das Gemisch nicht reiben.

6. Der elektrische Funke entzündet Wasserstoff.

Wasserstoff-
apparat.

Durch einen Pfropf steckt man ein Glasröhrchen, das in eine feine offene Spitze ausgezogen ist, und neben demselben je einen Kupferdraht. Die Drähte biegt man oben rechtwinklig um, so dass ihre Enden etwas über der Spitze der Glasröhre nur wenige Millimeter voneinander ab stehen. An den untern Enden biegt man Ösen an zum Anhängen von Drähten oder Ketten. Durch einen Kautschukschlauch leitet man Wasserstoff in das Glasrohr und lässt den Funken überspringen. Es genügt, den einen Draht mit dem Konduktor, den andern mit der Erde zu verbinden.

7. Die elektrische Pistole wird mit Wasserstoff gefüllt, indem man sie umgekehrt über die Mündung des Wasserstoffapparates hält. Damit ein Gemisch von Wasserstoffgas und Luft entstehe, bewegt man sie

Wasserstoff-
apparat.
Elektrische
Pistole.

durch die Luft. Reiner Wasserstoff entzündet sich in der Pistole nicht. Hierauf wird die Pistole verkorkt und das Gefäß mit der einen, der Draht mit der andern Belegung der Flasche verbunden.

105. Physiologische Wirkung des Funkens.

1. Man lässt Schüler Funken aus dem Konduktor ziehen.
2. Eine schwache Flaschenladung lässt man durch einen oder mehrere Schüler, die sich die Hände reichen, gehen.

C. Galvanismus.

106. Das voltaische Element und konstante Ketten.

Silberner
Löffel.
Zinkstreifen.

1. Ein etwa 2 *cm* breiter und 20—25 *cm* langer Zinkstreifen wird an einem Ende umgebogen und mit demselben gegen den Griff eines silbernen Löffels gedrückt. Das andere Ende des Zinkstreifens bringt man auf die Zunge, des Löffels unter die Zunge. Man verspürt einen laugenhaften Geschmack.

Legt man umgekehrt den Löffel auf die Zunge und den Zinkstreifen darunter, so ist die Geschmacksempfindung sauer.

2. Es werden verschiedene Elemente zusammengestellt, z. B.:

Das Voltaische
Element.

a) Das voltaische Element. In verdünnte Schwefelsäure werden eine Zink- und eine Kupferplatte gestellt und auf deren Enden Klemmschrauben befestigt.

Das
Bunsensche
Chromsäure-
Element.

b) Das Bunsensche Chromsäure-Element. Eine Zinkplatte und ein Kohlenzylinder oder eine Kohlenplatte werden in Chromsäurelösung getaucht.

150 *g* rotes chromsaurer Kali werden in 600 *g* Wasser gelöst, auch unter Erwärmen; allmählich werden 150 *g* Schwefelsäure zugesetzt und dann 50 *g* Salzsäure. Nach dem Erkalten wird Wasser nachgegossen, bis die Flüssigkeit 1 Liter beträgt.

Das
Bunsensche
Salpetersäure-
Element.

c) Das Bunsensche Salpetersäure-Element. In das Glasgefäß stellt man einen Kohlenzylinder, in diesen einen porösen Ton- oder Gipsbecher und in diesen eine Zinkplatte. Die Kohle steht in konzentrierter Salpetersäure, das Zink in verdünnter Schwefelsäure.

Das Daniellsche
Kupfervitriol-
Element.

d) Das Daniellsche Kupfervitriol-Element. In das Glasgefäß stellt man einen Kupferzylinder in konzentrierte Kupfervitriollösung, in den Kupferzylinder einen porösen Gipsbecher mit 5%iger Schwefelsäurelösung und in diesen eine Zinkplatte.

Die Kupfervitriollösung muss mit heissem Wasser hergestellt werden, damit sie gesättigt wird. Beim Abkühlen sollen sich Kupfervitriolkristalle ausscheiden.

Die Zinkplatten werden in folgender Weise amalgamirt:

In eine 5 0/0-Schwefelsäurelösung mit einer Spur Salzsäure stellt man die Zinkplatten, reinigt sie und zerreibt darauf mit einer Wichsebürste einige Tropfen Quecksilber. — Oder: 50 g Quecksilber werden in 250 g Königswasser (25 Teile Salpetersäure und 75 Teile Salzsäure) unter vorsichtigem Erwärmen gelöst. (Im Freien ausführen!) Nach dem Auflösen giesst man unter Umrühren 250 g Salzsäure zu. Die Zinkplatten taucht man einige Sekunden in die Flüssigkeit und wäscht sie ab. Die gleiche Flüssigkeit kann lange Zeit verwendet werden.

Wenn die Platten noch ziemlich gut amalgamirt sind, kann man die Amalgamirung erneuern, indem man in die Tonbecher, in welche man die Zinkplatten stellt, einige Tropfen Quecksilber giesst. Während die Batterie in Tätigkeit ist, steigt das Quecksilber empor.

Anmerkung. Quecksilber, das zum Amalgamieren verwendet wurde, darf nicht mehr mit dem andern Quecksilber zusammengebracht werden.

107. Elektromagnetismus.

1. Auf eine Nadelspitze auf einem Stativ wird eine Magnetnadel gelegt. Man fühlt den Strom über und unter der Nadel weg nach Nord und nach Süd, über der Nadel nach Nord und unter der Nadel nach Süd und umgekehrt.

Magnetnadel
auf Stativ.
Element.

2. Man leitet am Modell des Galvanometers die Ampère'sche Schwimmerregel ab, auch in der Form, dass der Südpol der Nadel von einem Zeigerstrom, der Nordpol von einem Gegenzeigerstrom umkreist wird.

Galvanometer.

3. Man verbindet ein Element mit dem Galvanometer und taucht die Zinkplatte nur wenig, dann immer mehr ein und merkt sich den Ausschlag am Galvanometer.

Batterie.
Galvanometer.

Man verbindet 2—3 Elemente mit dem Galvanometer.

4. Man umwickelt ein weiches Eisenstück mit Draht. Dasselbe ist, solange der Strom durchgeht, magnetisch. Man bestimme die Pole und die Stromrichtung am N und am S Pol, kehre den Strom um und bestimme die Pole und die Stromrichtung wieder. Der Südpol wird von einem Zeigerstrom, der Nordpol von einem Gegenzeigerstrom umkreist.

Eisenstück.
Umspannener
Draht.
Magnetnadel
auf Stativ.

5. Ein Element wird mit dem Elektromagneten des Modells des Telegraphenapparates verbunden. Am Ende des Hebels wird die kleine Wagschale angehängt und werden Gewichte aufgelegt, bis der Anker abreisst.

Elektromagnet
(Telegraphen-
modell).
Gewichte.
Kurze Wag-
schale.

6. Man unterbricht den Strom; der Elektromagnet ist unmagnetisch.

7. Man verbindet 2, 3 etc. Elemente mit dem Elektromagneten und bestimmt jedesmal seine Tragkraft.

8. Man nähert den Polen des Elektromagneten die Magnetnadel und kehrt den Strom um.

Magnetnadel
auf Stativ.

Morsescher
Telegraphen-
apparat.

9. Erklärung des Morseschen Telegraphen am Modell und am Apparat. Man erstelle im Schulhaus eine kurze Leitung und lasse den Apparat einige Zeichen schreiben.

Galvanometer.
2 Elemente.
Turnstab.

10. Prüfung der Erdleitung. Der eine Pol der Batterie, 2 Elemente, wird mit dem Galvanometer und dieses mit der Blitzableitung verbunden. Den Leitungsdraht vom andern Pol aus führt man nach einem in der Entfernung von 10—20 m in den Boden gesteckten Turnstab. Schaltet

Stromwechsler.

man den Stromwechsler ein, so kann man zugleich den Nadeltelegraphen erklären.

Elektrisches
Läutwerk.
Taster.

11. Das elektrische Läutwerk wird in Tätigkeit gesetzt und der Wagnersche Hammer erklärt.

Für einen Teil dieser und für die folgenden Versuche braucht man ein empfindliches Galvanometer. Man kann selbst ein solches herstellen, indem man einen Kompass in hölzernem Gehäuse mit umsponnenem Kupferdraht von 0,5 mm Dicke mehrere hundertmal umwickelt. Damit die Nadel von oben sichtbar bleibt, teilt man die Umwicklung in 2 Gruppen, die jede oben mit Seidenfaden zusammengehalten wird. Den Multiplikator befestigt man horizontal auf ein Brettchen mit 2 Klemmschrauben, zu welchen man die Enden des Drahtes führt. Für grössere Klassen ist die Anschaffung eines Vertikalgalvanometers zu empfehlen. (Elektriker Hausherr in Bern hat mir ein Vertikalgalvanometer konstruiert, das für die folgenden Versuche sehr geeignet ist; es ist übersichtlich, sehr empfindlich, ein richtiger Schulapparat. Preis 25 Fr.)

Ampère'sches
Gestell.Solenoid
mit Eisenkern.
Ganze Batterie.
Stromwechsler.
Stabmagnet.

12. Am Ampère'schen Gestell wird das Solenoid mit Eisenkern aufgehängt. Es stellt sich die N-S Richtung. Kehrt man den Strom um, so macht das Solenoid eine Drehung von 180°. Man nähert ihm die Pole eines Magneten; es verhält sich genau wie ein Magnet.

Da die Versuche, die am Ampère'schen Gestell gemacht werden können, sehr viel zum Verständnis der Natur des Magnetismus und der Gesetze der dynamoelektrischen Maschinen beitragen, folgt die Beschreibung der Herstellung eines solchen nach Weinhold.

In die Mitte eines quadratischen Brettchens aus Hartholz von 10 cm Seite und 2,5 cm Dicke bohrt man mit dem Zentrumborher ein 18—20 mm weites, 10 mm tiefes Loch. Im Mittelpunkt des Loches wird dann das Brettchen mit einem starken Nagelbohrer noch vollends durchbohrt. Eine 5—6 mm dicke Glasröhre hält man mit einem Ende in die Weingeist- oder Gasflamme unter fleissigem Drehen so lang, bis der erweichte Rand des Glases so weit zusammengelaufen ist, dass noch eine etwa 1 mm weite Öffnung vorhanden ist. Von der Glasröhre wird ein etwa 2 cm langes Stück mit der verengerten Spitze abgeschnitten und in dessen weiteres Ende mit Siegellack das Ende eines Kupferdrahtes gekittet, so dass ein etwa 1 cm langes Stück des Röhrchens frei von Siegellack ist und das Drahtende wenig in diesen Hohlraum hineinragt. Dieses Glasröhrchen kittet man wieder mit Siegellack in das enge Bohrloch des Brettchens, so dass die enge Öffnung nur wenig über das Brettchen vorspringt. Den Kupferdraht biegt man seitwärts und führt ihn in einer in die Unterseite des Brettchens geschnittenen Rinne über das Brettchen hinaus. Oben auf das Brettchen befestigt man einen Kupferdraht, der in das weite Bohrloch umgebogen ist. Dieses Brettchen befestigt man auf einem zweiten grössern Brettchen, in das zwei Klemmschrauben befestigt sind, zu welchen die beiden Drähte

führen. Auf dieses grössere Brettchen befestigt man in einer Entfernung von etwa 10 *cm* vom Mittelpunkt des kleinen Brettchens einen starken Messingdraht, der in einer Höhe von 18 *cm* wagrecht oder halbkreisförmig umgebogen ist. Am Ende dieses Drahtes, das genau über dem Glasröhrchen liegen muss, sowie im Knie desselben lötet man kleine Drahtösen an. Durch dieselben zieht man einen Kokonfaden, den man an einem Schraubchen im grössern Brettchen befestigt.

Das Glasröhrchen und das Näpfchen um dasselbe herum füllt man mit Quecksilber.

Das Solenoid mit Eisenkern stellt man aus einem runden Eisenstäbchen von etwa 6 *cm* Länge und 4 *mm* Dicke her. Man umwickelt dasselbe mit isolirtem Draht von 0,5 *mm* Dicke, führt das eine Drahtende genau nach der Mitte des Stäbchens und biegt ein 1,5 *cm* langes Ende desselben rechtwinklig um. Das andere Ende führt man bis etwa 6 *mm* von der Mitte und biegt es ebenfalls um. Die beiden Drahtenden werden von der Umwicklung befreit. Die Vorrichtung hängt man mit einem Faden oder einem Draht, der von beiden Enden ausgeht, am Kokonfaden des Gestells an, lässt den in der Mitte vorspringenden Draht in das Quecksilber des Glasröhrchens, den andern in dasjenige des Näpfchens eintauchen.

12. Auch das Solenoid ohne Eisenkern stellt sich in die N-S Richtung ein, wird von den Polen des Magneten angezogen und abgestossen, dreht sich um, wenn der Strom umgekehrt wird.

Dito.
Solenoid ohne
Eisenkern.

Man stellt aus 0,5 *mm* dickem umsponnenem Kupferdraht ein Solenoid von etwa 10 *cm* Länge und 10 *cm* Durchmesser her. Die Drahtwindungen befestigt man mit Seidenfaden an ein dünnes Holzstäbchen. Die Drahtenden führt man nach der Mitte wie beim vorhergehenden Apparat. Das Solenoid wird am Kokonfaden des Gestells aufgehängt.

13. Das Drahtviereck wird ins Gestell gebracht; es stellen sich die Windungen senkrecht zur N-S Richtung von W-E. Beim Umkehren des Stromes dreht sich auch das Viereck um 180°.

Dito.
Drahtviereck.

Man zeichnet auf ein Brettchen ein Quadrat von 15 *cm* Seite, schlägt in den 4 Ecken Drahtstifte ein und schlingt einen 0,5 *mm* dicken, umsponnenen Kupferdraht 5mal um dieselben. Die Windungen werden durch einen spiralförmig umgelegten Seidenfaden zusammengehalten. Die Enden des Drahtes führt man wie in den vorigen Apparaten zur Mitte.

14. Der Stabmagnet wird so in das Drahtviereck gehalten, dass die Ampère'schen magnetischen Ströme und der Batteriestrom parallel laufen. Wird der Magnet aus der N-S Richtung gebracht, so dreht sich das Viereck, indem seine Ebene immer senkrecht zum Magneten steht. Kehrt man den Magneten um, so kehrt sich auch das Drahtviereck um.

Dito.
Stabmagnet.

15. Führt man den Leitungsdraht an den senkrechten Seiten des Vierecks hin, so findet Anziehung statt, wenn die Ströme parallel, Abstossung, wenn sie ungleich gerichtet sind.

Dito.

Ein zweites Viereck aus fünffachem Draht mit Seiten von 11 *cm* Länge wird in gleicher Weise hergestellt wie das vorige; nur kann stärkerer Draht verwendet werden; man zieht die Enden durch ein Stück eines Lineals, so dass die Ebene des Vierecks auf diesem senkrecht steht.

Zweites Viereck.

16. Bringt man das kleinere Drahtviereck so in das grössere, dass ihre Ebenen senkrecht aufeinander stehen, so dreht sich dieses, bis die Ebenen ineinander fallen und die Ströme gleichgerichtet sind.

Der Strom der Batterie wird zum Ampère'schen Gestell, von diesem zum kleinen Drahtviereck und zur Batterie zurückgeführt.

Elektromotor.

17. Der Elektromotor wird mit der Batterie verbunden. Zur Veranschaulichung der elektrischen Kraftübertragung wird die Leitung möglichst lang gemacht. Schaltet man den Stromwechsler ein, so dreht sich der bewegliche Elektromagnet mit dem Uhrzeiger und gegen denselben.

Bezeichnet man die Klemmen des Elektromotors von links nach rechts mit 1—4 und diejenigen des Stromwechslers von 1—4 in der Richtung des Uhrzeigers, so verbindet man Klemme 2, 3 und 4 des Stromwechslers mit 1, 3 und 4 des Motors, Klemme 1 des Stromwechslers und Klemme 2 des Motors mit der Batterie.

Zur Hälfte
unwickelte
Glasröhre.

18. Versuch zur Erklärung der Regulierung der Bogenlampen.

Man umwickelt ein ca. 9 cm langes Glasröhrchen etwas mehr als zur Hälfte in mehreren Lagen mit umsponnenem Kupferdraht von 0,5 mm Dicke und verschliesst das nicht umwundene Ende durch einen kleinen Kork. In das Röhrchen schiebt man ein 5 cm langes Stück Eisendraht von 1,5 mm Dicke. Leitet man den Strom durch, so schwebt das Eisenstück in der Spirale. Hält man das Röhrchen mit dem Kork nach unten, so fällt das Stäbchen hinunter, wenn der Strom unterbrochen wird; es schnellt in die Höhe, wenn er geschlossen wird. Das aus dem Röhrchen vorspringende Ende des Stäbchens trägt ein Stückchen Eisendraht, solange der Strom durchgeht.

108. Elektroinduktion.

Erschütterungs-
apparat.
Galvanometer.
Batterie.
Stromwechsler.

Das Schraubchen des Wagnerschen Hammers am Erschütterungsapparat wird hineingeschraubt, bis der Kopf des Hammers fest am Drahtbüschel anliegt.

Die innere, primäre Spule des Erschütterungsapparates wird mit der Batterie, die äussere, die Induktionsspule, wird mit dem empfindlichen Galvanometer (Vertikalgalvanometer) verbunden.

1. Die Spulen werden rasch übereinandergeschoben. Der Induktionsstrom ist dem primären Strom entgegengesetzt.

2. Die Spulen werden rasch voneinander entfernt. Der Induktionsstrom ist dem primären Strom gleichgerichtet.

3. u. 4. Der Versuch wird wiederholt, nachdem der Strom umgekehrt worden ist.

5. Beide Spulen bleiben übereinandergeschoben. Der Strom wird geschlossen; der primäre Zeigerstrom ruft einen Gegenzeigerstrom hervor und umgekehrt.

6. Der Strom wird unterbrochen; der Zeigerstrom erzeugt einen Zeigerstrom.

Sollten die Ausschläge der Nadel des Galvanometers nur schwach sein, so bewege man die Spulen oder unterbreche und schliesse man den Strom im Tempo der Schwingungen, wodurch sie bedeutend verstärkt werden.

Da gleichgerichtete Ströme sich anziehen, ungleichgerichtete sich abstossen, ergibt sich das Gesetz von Lenz: Der Induktionsstrom hat bei Schliessung, Näherung, Verstärkung eine dem Hauptstrom entgegengesetzte, bei Öffnung, Entfernung, Schwächung eine dem Hauptstrom gleiche Richtung. Ändert der vom Strome durchflossene Leiter A seine Lage gegen B, so wird in B immer ein Strom erzeugt, der durch seine elektrodynamische Wirkung diese Lagenänderung zu hemmen sucht.

109. Magnetoinduktion.

Die Induktionsspule des Erschütterungsapparates wird mit dem Galvanometer verbunden. Induktionsspule
Galvanometer.
Stabmagnet.

1. Der Stabmagnet wird mit dem S Pol voran in die Spule gelegt; es entsteht ein Induktionsgegenzeigerstrom, i g z.

2. Der Magnet wird zurückgezogen, es entsteht ein Zeigerstrom, i z.

3. u. 4. Der Versuch wird wiederholt, indem der Magnet mit dem N Pol voran in die Spule geschoben wird; der erste Strom ist ein i z, der zweite ein i g z.

5. Die Versuche werden so wiederholt, dass der Magnet zuerst in die Spule gelegt und dann ganz durchgezogen wird.

Sind die Ausschläge der Nadel schwach, so bewege man den Magneten im Takt mit ihr mehrmals hin und her.

6. Erklärung der magnet-elektrischen Maschinen (mit Benützung der Zeichnungen von Zwick).

7. Erklärung des Grammschen Ringes.

8. In die Induktionsrolle wird ein Drahtbüschel gesteckt.

Dito
Drahtbüschel.

Grossen Drahtstiften, die etwas länger sind als die Induktionsrolle, wird die Spitze und der Kopf abgefeilt. Man füllt die Spule damit aus, bindet sie zusammen und umgibt sie mit einem Papierstreifen, den man festleimt.

Nähert man dem Drahtbüschel den Magneten, so erfolgt ein Ausschlag der Nadel; beim Entfernen erfolgt der Ausschlag in entgegengesetzter Richtung.

9. Man bewegt den Magneten über der Spule hin und her. Die Nadel schlägt aus. Unter dem Pol des Magneten wird im Eisenkern ein entgegengesetzter Pol hervorgerufen.

Statt eines künstlichen Magneten kann ein Elektromagnet verwendet werden.

10. Erklärung der dynamoelektrischen Maschinen.

110. Das Telephon.

1. Die Induktionsspule wird mit dem Galvanometer verbunden und in dieselbe der Stabmagnet gelegt. Nähert man demselben einen Eisen- Induktions-
spule.
Stabmagnet.

Kilogewicht,
oder Gewicht
des Tele-
graphen-
apparates.
(Vertikal-)
Galvanometer.
2 Telephone.
Stimmgabel.

körper, das Kilogewicht oder das Gewicht des Telegraphenapparates, so erfolgt ein Ausschlag; beim Entfernen erfolgt der Ausschlag in entgegengesetzter Richtung. Man verstärkt die Ausschläge wieder, indem man das Gewicht mehrmals nähert und entfernt.

2. Zwei Telephone werden durch zwei längere Drähte miteinander verbunden. Der Schallbecher des einen wird abgeschraubt und das Eisenblättchen weggenommen. Hält man die angeschlagene Stimmgabel vor den Magneten, so hört man den Ton im andern Telephon. Er kann verstärkt und mehreren Schülern gleichzeitig hörbar gemacht werden, wenn ein Trichter aus Karton auf das Telephon aufgesetzt wird.

2 Telephone.

3. Zwei Telephone, die in benachbarte Zimmer gebracht werden, werden miteinander verbunden. Gespräch und Gesang wird übergeleitet.

111. Das Mikrophon.

Zigarren-
kistchen.
3 Kohlenstiften.
1 Telephon.
Batterie von 2
Elementen.
Stimmgabel.

Ein Telephon wird mit dem Modell eines Mikrophons in Verbindung gebracht.

Auf den Boden eines umgekehrt gelegten Zigarrenkistchens legt man parallel 2 Kohlenstiften, wie solche für die Bogenlampen verwendet werden. Man verbindet die Batterie mit dem einen Stift und führt vom zweiten einen Draht nach einem Telephon in einer entfernten Ecke des Zimmers oder in einem benachbarten Zimmer und verbindet die zweite Klemme mit dem andern Pol der Batterie. Damit eine grössere Zahl Schüler gleichzeitig hören kann, schaltet man 2 Telephone in die Leitung ein. Quer über die beiden Kohlenstiften legt man einen dritten und verschiebt ihn auf den andern. Jede Bewegung wird im Telephon als heftiges Geräusch wahrgenommen.

Setzt man die Stimmgabel auf den Boden des Kistchens, so hört man den Ton im Telephon sehr deutlich; er ist aber wegen der Mangelhaftigkeit der Einrichtung von einem starken Knarren begleitet.

112. Chemische Wirkungen des Stromes.

Zersetzungs-
apparat.
Schwefelsäure.
Batterie von
mindestens 2
Elementen.
Weingeist-
lampe.
Holzspan.

1. Der Zersetzungsapparat wird mit lauwarmem Wasser, dem etwas Schwefelsäure beigemischt wird, gefüllt. Die zylindrischen Gläschen werden mit der gleichen Flüssigkeit gefüllt, mit dem Finger verschlossen, mit der Öffnung unter Wasser über die Elektroden gebracht und im Halter befestigt. Der Strom einer Batterie von mindestens 2 Elementen wird durchgeleitet. Man weist das Vorhandensein von Wasserstoff nach, indem man das gefüllte Gläschen an eine Flamme hält. In das Gläschen mit Sauerstoff taucht man einen glühenden Holzspan.

Zersetzungs-
apparat.
Kupfervitriol-
lösung.
Batterie.

2. Der Zersetzungsapparat wird mit Kupfervitriollösung gefüllt; die Gläschen werden nicht über die Elektroden gestülpt. Lässt man den Strom durchgehen, so bedeckt sich das Platinblech des negativen Poles mit Kupfer. Kehrt man den Strom um, so wird dieses Platinblech wieder blank, während das andere einen Kupferüberzug erhält.

3. Man kann den Versuch auch so anordnen, dass man Kupfervitriol in eine U-förmige Röhre giesst und den Strom durch einen Kupferdraht ein- und durch einen Eisendraht austreten lässt. Der Eisendraht überzieht sich mit Kupfer, während der Kupferdraht aufgelöst wird. Kehrt man den Strom um, so verschwindet der Kupferniederschlag wieder.

4. Eine U-förmige Röhre wird mit Glaubersalz- oder Kochsalzlösung, die mit einem Absud von Veilchenblättern oder Rotkohl oder Randen oder mit einer Lackmuslösung gefärbt ist, gefüllt. In die beiden Schenkel der Röhre taucht man 2 Platinbleche, die an Platindrähten befestigt sind. Leitet man den Strom durch, so färbt sich die Flüssigkeit am positiven Pol rot, am negativen Pol blau, bei Anwendung von Rotkohlsaft hellgrün. Kehrt man den Strom um, so wird zunächst die frühere Farbe wiederhergestellt, dann tritt Rot im andern Schenkel auf.

U-förmige Röhre. 2 Platinbleche. Retortenhalter. Lackmuslösung. Glaubersalz.

5. In ein Glas mit konzentrierter Kupfervitriollösung, in die noch einige Kupfervitriolkristalle gelegt werden, stellt man möglichst senkrecht ein Kupferblech und hängt parallel zu demselben in geringer Entfernung eine Kupfermünze, um deren Rand ein weicher Kupferdraht befestigt worden ist. Der Draht, soweit er in die Flüssigkeit taucht, sowie die Rückseite der Münze werden mit einem Überzug von Siegellack oder Wachs versehen. Die Kupferplatte wird mit dem positiven Pol eines Elementes, die Münze mit dem negativen Pol in Verbindung gesetzt. Nach einigen Tagen ist der Überzug so fest, dass er abgelöst werden kann.

Glas mit konzentrierter Kupfervitriollösung. Kupferblech. Münze. Wachs. Kupferdraht. 1 Element.

Von der Münze kann man auch einen Abguss herstellen und von diesem erst den galvanischen Abdruck nehmen. Die Münze wird mit einem 2 cm breiten Papierstreifen umwickelt, dessen Ende mit Leim befestigt wird. In einem eisernen Löffel schmilzt man etwas Stearin und giesst in die Form eine 6—8 mm dicke Schicht. Nach einer Stunde kann man den Papierstreifen entfernen und die Münze ablösen. Um den Rand der Matrize legt man einen weichen Kupferdraht und überpinselt die Vorderseite und den Rand bis zum Draht sorgfältig mit Bronze.

113. Physiologische Wirkungen des Stromes.

1. Um die physiologische Wirkung des Hauptstromes zu zeigen, verbindet man den einen Pol der Batterie mit einer Holzraffel (Feile). Ein Schüler fasst mit den befeuchteten Händen die Handgriffe des Erschütterungsapparates. Der eine derselben wird mit dem andern Pol der Batterie verbunden, den Draht des andern führt man rasch über die Feile hin und her.

Batterie. Holzraffel. Handgriffe.

2. Die Batterie wird mit dem Erschütterungsapparat verbunden. An die Klemmen der herausgezogenen Induktionsrolle befestigt man die Handgriffe. Ein Schüler fasst sie mit seinen Händen, die mit ange-

Batterie. Erschütterungsapparat. Schwefelsäure.

säuertem Wasser benetzt worden sind. Die Rollen werden etwas übereinander geschoben.

Die Schüler bilden eine zusammenhängende Kette. Die beiden Äussersten fassen mit den freien Händen die Handgriffe.

Dito.
Waschbecken.

3. In ein Waschbecken mit schwach angesäuertem Wasser wird die eine Handhabe des Erschütterungsapparates getaucht und eine Münze auf den Boden gelegt. Ein Schüler fasst die andere Handhabe und versucht, die Münze aus dem Wasser zu nehmen.

Bei den Versuchen mit dem Erschütterungsapparat ist der Wagnersche Hammer so einzustellen, dass er einen gleichmässigen Ton erzeugt.

114. Licht- und Wärmewirkungen des Stromes.

Batterie.
Feile.

1. Verbindet man den einen Poldraht der Batterie mit einer Feile und fährt mit dem Ende des andern Poldrahtes über diese weg, so entstehen Funken, die namentlich im dunkeln Zimmer sehr schön sind.

Ganze Batterie.
2 Kohlenstiften.

2. Verbindet man die 2 Poldrähte mit 2 Kohlenstiften, und berührt diese nur leise miteinander, so entsteht ein glänzendes Lichtpünktchen.

Dünner Eisen-,
Platin-, oder
Neusilberdraht.
Zündhölzchen.
Schiesspulver.

3. Schaltet man in die Leitung einer starken Batterie einen kurzen, sehr dünnen Eisen-, oder Platin-, oder Neusilberdraht ein, so wird derselbe glühend. Zündhölzchen und Schiesspulver können mit demselben entzündet werden.

Je nach den zur Verfügung stehenden Mitteln kann das Kapitel ausgedehnt werden.

115. Thermoelektrizität.

Thermo-
elektrisches
Element. Wein-
geistlampe.

Das thermoelektrische Element wird so aufgestellt, dass der Bügel in der N-S Richtung liegt. Die eine Lötstelle wird mit der Weingeistlampe wenig erwärmt (wenn man stark erwärmt, schmilzt das Lotmetall). Auf der Seite, auf welche der S Pol der Nadel ausschlägt, kreist der Strom in der Richtung des Uhrzeigers.

Wenn die Lötstelle sich abkühlt, kehrt die Nadel in die N-S Richtung zurück. Erwärmt man die andere Lötstelle, so schlägt sie in der entgegengesetzten Richtung aus.

116. Polarisationsstrom (sekundäres Element).

Batterie.
Wasserzerset-
ungsapparat.
(Vertikal-) Gal-
vanometer.
Gläschen mit
Quecksilber.

Vom positiven Pol der Batterie führt man den Draht nach dem zum Teil mit Quecksilber gefüllten Gläschen der Torricellischen Röhre und verbindet dieses durch einen zweiten Draht mit der einen Klemme des Wasserzersetungsapparates, der mit stark angesäuertem Wasser gefüllt ist. (Die Glasröhrchen werden nicht über die Elektroden gestülpt.) Von der zweiten Klemme führt man einen Draht nach dem Galvanometer und von diesem einen Draht nach der Batterie und einen zweiten nach

dem Quecksilbernäpfchen. Zunächst wird das Ende dieses Drahtes nicht in das Quecksilber getaucht.

Nachdem der Strom einige Zeit durch den Wasserzersetzungsgang gegangen ist, hebt man den Draht vom positiven Pol her aus dem Quecksilber heraus und taucht gleichzeitig den Draht nach dem Galvanometer in das Quecksilber. Die Nadel des Galvanometers schlägt nach der entgegengesetzten Seite aus. Die Elektroden des Wasserzersetzungsganges sind die Pole des sekundären Elementes, sie sind polarisirt.

Register.

- | | |
|--|--|
| Abkühlung durch Ausdehnung. 211. | Brechung des Lichtes. 242. |
| » » Verdunstung. 211. 255. | Brennpunkt. 247. |
| Ablenkung d. Luft- u. Meeresströmungen. 194. | Brennweite. 247. |
| » » Magnetnadel. 291. | Brillen. 249. |
| » des Lichtes. 244. | Brückenwage. 135. |
| Abplattungsmodell. 196. | Bunsen's Element. 290. |
| Absorptionsvermögen für Wärmestrahlen. 259. | Büschellicht, elektr. 286, 288. |
| Abstossung, elektrische. 282. | Boussole. 278. |
| » magnetische. 279. | Camera obscura. 247. |
| » der elektr. Ströme. 293. | Cartesianischer Taucher. 206. 210. |
| Adhäsion. 139. | Centesimalwage. 135. |
| Akkommodationsvermögen. 249. | Centrifugalmaschine. 196. |
| Amalgamiren von Zink. 291. | Chemische Wirkung des Stromes. 296. |
| Ampère'sche Schwimmerregel. 291. | Chromsäure-Element. 290. |
| Ampère'sches Gestell. 292. | Dampf, Spannkraft des 259. |
| Aneroidbarometer. 208. | Dampfmaschinen. 259. |
| Anziehung, elektrische. 281. | Daniell'sches Element. 290. |
| » magnetische. 278. | Dauer des elektr. Funkens. 288. |
| » der elektr. Ströme. 293. | Dauer des Lichteindrucks im Auge. 248. |
| Aräometer. 203. | Dehnbarkeit. 138. |
| Archimedisches Prinzip. 201. | Deklination. 279. |
| Astronomisches Fernrohr. 248. | Destillation. 257. |
| Äther, elektr. Entzündung des. 288. | Dezimalwage. 135. |
| Auftrieb. 200. | Diagonalapparat. 196. |
| Ausbreitung des Lichtes. 239. | Diffusion der Gase. 234. |
| Ausdehnung der Luft. 253. | Diosmose. 204. |
| » des Wassers. 252. | Druck der Luft. 207. |
| » durch Wärme. 251. | Druckpumpe. 212. |
| Ausdehnungsvermögen der Luft. 205. | Druckverbreitung in einer Flüssigkeit. 199. |
| Ausstrahlung, elektr. durch Spitzen und
Flammen. 287. | Dunkelkammer. 239. |
| Barometer. 207. | Durchbohrung, elektr. 288. |
| Barometerprobe. 209. | Durchsichtigkeit. 240. |
| Batterie, galvanische. 290. | Durchgang der Elektrizität durch verdünnte
Luft. 288. |
| Beharrungsvermögen. 193. | Dynamoelektrische Maschine. 295. |
| Beleuchtungsstärke. 240. | Ebene, schiefe. 140. |
| Berührungselektrizität. 290. | Ebener Spiegel. 241. |
| Berussen. 138. | Elastizität der Luft. 210. |
| Bewegungen, Zerlegung der. 197. | Elektrizität. 278. |
| Bikonkave Linse. 247. | Elektrizität des Reibzeuges. 282. |
| Bikonvexe Linse. 246. | Elektrizität, Unterschied beider. 282. |
| Blasensprengen. 209. | Elektrisirmaschine, Reibungs- 283. |
| Blasinstrumente. 238. | » Influenz- 286. |
| Blitzröhre. 288. | Elektroinduktion. 294. |
| Blitztafel. 288. | Elektromagnet. 291. |
| Bodendruck. 199. | Elektromagnetismus. 291. |
| Bogenlicht, elektr. 298. | Elektrometer. 284. |

- Elektromotor. 294.
 Elektrophor. 284.
 Elektroskop. 284.
 Element, Bunsens Chromsäure. 290.
 Element, Bunsens Salpetersäure. 290.
 Element, Daniells. 290.
 Element, Voltas. 290.
 Element, sekundäres. 298.
 Empfindlichkeit der Wage. 134.
 Endgeschwindigkeit. 141.
 Entzündungsversuche. 288, 298.
 Erdfernrohr. 248.
 Erdleitung. 292.
 Erdmagnetismus. 279.
 Erniedrigung des Siedepunktes. 211, 256.
 Erschütterungsapparat. 294, 297.
 Erstarren. 253.
 Fadentelephon. 236.
 Fall, freier. 141.
 Fall im luftleeren Raum. 142.
 Fall eines geworfenen Körpers. 142.
 Fallrinne. 141.
 Fallröhre. 142, 288.
 Farben. 244.
 Farbentheorie. 245.
 Farbenscheiben. 244.
 Farbenzerstreuung. 244.
 Fernrohr, astronomisches. 248.
 Fernrohr, Erd- 248.
 Fernrohr, galileisches. 248.
 Feste Rolle. 136.
 Festigkeit. 137.
 Feuerspritze. 212.
 Feuerzeug, pneumatisches. 251.
 Flugrad, elekt. 287.
 Fortpflanzung des Druckes. 196.
 Fortpflanzung des Schalles. 236.
 Fuchsin, Teilbarkeit des. 131.
 Galvanismus. 290.
 Galvanometer. 291, 292.
 Galvanoplastik. 297.
 Gefäße, kommunizierende. 198.
 Geisslersche Röhren. 288.
 Gestell, Ampère'sches. 292.
 Gewicht der Luft. 206.
 Gewicht, spezifisches. 201.
 Gesetz von Mariotte. 208.
 Gleichgewicht. 132.
 Gold, Dehnbarkeit des. 138.
 Haarröhrchen. 204.
 Halbkugeln, Magdeburger. 208.
 Haspel. 136.
 Hebel, einarmiger. 134.
 Hebel, gleicharmiger. 134.
 Hebel, ungleicharmiger. 134.
 Heber für Quecksilber. 209.
 » Saug- 210, 211.
 » Stech- 211.
 » , selbsttätiger. 211.
 Heberbarometer. 209.
 Heronsball. 206.
 Hohlspiegel. 241.
 Holtz'sche Influenzmaschine. 286.
 Hörrohr. 237.
 Inklination. 279.
 Induktion, elektr. 283.
 » galvanische. 294.
 » magnetische. 279.
 Influenzmaschine. 286.
 Isolirschemel. 282.
 Kaleidoskop. 241.
 Kalium, übermangansaures, Teilbarkeit. 131.
 Kalklöschchen. 254.
 Kalkwasser. 234.
 Kältemischung. 254.
 Kammer, optische. 247.
 Kapillarität. 203.
 Kardanische Ringe. 133.
 Kartesianischer Taucher. 206, 210.
 Kehlkopf-Modell. 238.
 Keil. 143.
 Kohäsion. 137.
 » tropfbarer Körper. 139, 204.
 Körper, feste. 131.
 Körper, flüssige. 198.
 Körper, luftförmige. 205.
 Kommunizierende Gefäße. 198.
 Kondensation. 254.
 Körperliches Sehen. 248.
 Kraftlinien, magnetische. 278.
 Kräfteparallelogramm. 197.
 Kreisel. 194.
 Kurbel. 136.
 Kurzsichtigkeit. 249.
 Lätwerk, elektr. 292.
 Leiter, elektr. 281.
 Leitung der Wärme. 257.
 Leidenerflasche. 285.
 Leidenerflasche, menschliche. 285.
 Leidenerflasche, einfachste Form der. 285.
 Licht. 239.
 » Ausbreitung des. 239.
 » Brechung des. 242.
 » Zurückwerfung des. 240.
 » Dauer des Lichteindrucks. 248.
 » elektrisches. 298.
 Lichtwirkung des galv. Stromes. 298.
 Linsen. 246.
 Lot. 131.
 Luft, Ausdehnungsvermögen. 205.
 Luft, Ausdehnung durch Wärme. 253.
 Luftballon. 234.
 Luftdruck. 207.
 Luftfeuchtigkeit. 255.
 Luft, Gewicht der. 206.
 Luftleerer Raum, elektrisches Licht im. 288.
 Luftleerer Raum, Schallfortpflanzung im. 211.
 Luftleerer Raum, Sieden im. 211, 256.

- Luftpumpe. 208.
 Magdeburger Halbkugeln. 208.
 Magnetismus. 278.
 Magnetismus, eine Kraft. 280.
 Magnetische Wirkungen d. galv. Stromes. 291.
 Magnetonadel. 278.
 Magnetoinduktion. 295.
 Magnetpole. 278.
 Magnetstab. 278.
 Mariotte'sches Gesetz. 208.
 Marmorplatte für Elastizitätsversuche. 138.
 Mechanische Wirkungen der Elektrizität. 288.
 Messung des Luftdrucks. 207.
 Mikrophon. 296.
 Mikroskop. 247.
 Milchwage. 203.
 Morse's Telegraph. 292.
 Mörser, elektr. 289.
 Mostprobe von Öchsli. 203.
 Multiplikator. 291, 292.
 Musikinstrumente. 238.
 Natrium, unterschwefligsaures. 254.
 Nullpunkt, Prüfung des. 252.
 Oechsliche Mostprobe. 203.
 Offene Pfeife. 238.
 Optik. 239.
 Optische Kammer. 239.
 Papierschild, elektr. 285, 286.
 Parallelogramm der Kräfte. 196.
 Pendel. 195.
 Pendel, elektr. 286.
 Physiologische Wirkungen des elektrischen Funkens. 290.
 Physiologische Wirkungen des galvanischen Stromes. 297.
 Pinakoskop. 247.
 Pistole, elektr. 289.
 Pneumatisches Feuerzeug. 251.
 Polarisationsstrom. 298.
 Presse, hydraulische. 199.
 Prisma. 244.
 Pulshammer. 256.
 Rad an der Welle. 136.
 Räder. 137.
 Reaktionsrad von Segner. 200.
 Reflexion des Lichtes. 240.
 Reflexion, totale. 243.
 Regenbogen. 246.
 Regulierung der Bogenlampen. 294.
 Reibung, gleitende. 139.
 Reibung, wälzende. 140.
 Reibungselektrizität. 280.
 Reibzeug. 282.
 Richtungskraft des Magneten. 278.
 Ring zum Blasensprengen. 209.
 Röhren, kommunizierende. 198.
 Röhren, Geisslersche. 288.
 Rolle, bewegliche. 136.
 Rolle, feste. 136.
 Rückstand, elektrischer. 285.
 Saiten. 238.
 Sammellinse. 246.
 Saugheber. 211.
 Saugpumpe. 212.
 Saugwirkung von Spitzen und Flammen. 287.
 Schalenwage. 134.
 Schall. 235.
 Schall, Fortpflanzung im luftleeren Raum. 211.
 Schall, Geschwindigkeit. 236.
 Schall, Stärke. 236.
 Schiefe Ebene. 140.
 Schmelzen. 253.
 Schnecke. 143.
 Schnellwage. 134.
 Schnur ohne Ende. 137.
 Schraube. 143.
 Schraubenzieher. 143.
 Schwefeläther, Verdunstung des. 211, 257.
 Schwerpunkt. 132.
 Schwimmen. 202.
 Schwingungszahl des a^1 . 237.
 Schwungkraft. 195.
 Schwungmaschine. 195.
 Segners Wasserrad. 200.
 Sehen, stereoskopisches. 248.
 Sehweite. 249.
 Seifenblasen. 242.
 Seitendruck. 200.
 Sekundenpendel. 195.
 Senkblei. 131.
 Setzwage. 132.
 Sicherheitslampe. 258.
 Sieden. 255.
 Sieden im luftleeren Raum. 211.
 Siedepunkt, Prüfung des. 252.
 Sirene. 237.
 Solenoid. 293.
 Spannkraft der Dämpfe. 259.
 Spezifisches Gewicht. 201.
 Spektroskop. 245.
 Spektrum. 246.
 Sperr-Rad. 137.
 Spiegel, ebener. 241.
 » erhabener. 242.
 » Hohl. 241.
 Sprachrohr. 237.
 Springbrunnen. 198.
 Spritzflasche. 206.
 Standfestigkeit. 133.
 Stechheber. 211.
 Steigrad. 137.
 Stereoskop. 249.
 Stimmgabel. 235, 238.
 Strahlung der Wärme. 258.
 Strom, galvanischer. 290.
 Stromunterbrecher. 292.
 Teilbarkeit. 131.
 Telegraph. 292.

- Telephon. 295.
 Thermoelektrizität. 298.
 Thermometer. 252.
 Ton. 237.
 Torricellis Versuch. 207.
 Totale Zurückwerfung. 243.
 Transmissionen. 137.
 Tropfenbildung der Flüssigkeiten. 204.
 Turbinenrad. 198.
 Verbrennung im luftleeren Raum. 211.
 Verdampfung. 256.
 Verdunstung. 254.
 Verdunstungskälte. 211, 257.
 Verteilung, elektrische. 286.
 Verteilung, magnetische. 280.
 Vertikalgalvanometer. 292.
 Voltaisches Element. 290.
 Wage. 134.
 Wärme, Ausdehnung durch. 251.
 Wärme durch Reibung. 250.
 Wärme durch Schlagen. 250.
 Wärme durch Zusammenpressen. 251.
 Wärme-Leitung. 257.
 Wärme-Strahlung. 258.
 Wärmequellen. 250.
 Wasser, Abweichendes Verhalten des. 252.
 Wasser, Ausdehnung des. 252.
 Wasserhammer. 256.
 Wasserzersetzungsapparat. 296.
 Welle. 137.
 Weitsichtigkeit. 249.
 Windmühle. 198.
 Winkelspiegel. 241.
 Wirkungen d. elektr. Funkens. 288.
 » » » » Licht- 288.
 » » » » mechanische. 288.
 » » » » physiologische. 290.
 » von Spitzen und Flammen. 287.
 Wirkungen d. elektr. Stromes. 296.
 » » » » Licht- u. Wärme- 298.
 » » » » magnetische. 291.
 » » » » physiologische. 297.
 Wurfbewegung. 197.
 Zeigerwage. 134.
 Zentrifugalkraft. 196.
 Zentrifugalregulator. 196.
 Zerlegung, chemische durch den elektr.
 Strom. 296.
 Zerlegung der Bewegungen. 197.
 Zerstreulinse. 247.
 Zink-Amalgamiren. 291.
 Zündung, elektrische. 288.
 Zurückwerfung des Lichtes. 240.
 » » Schalles. 237.
 Zurückwerfungsapparat. 138.

