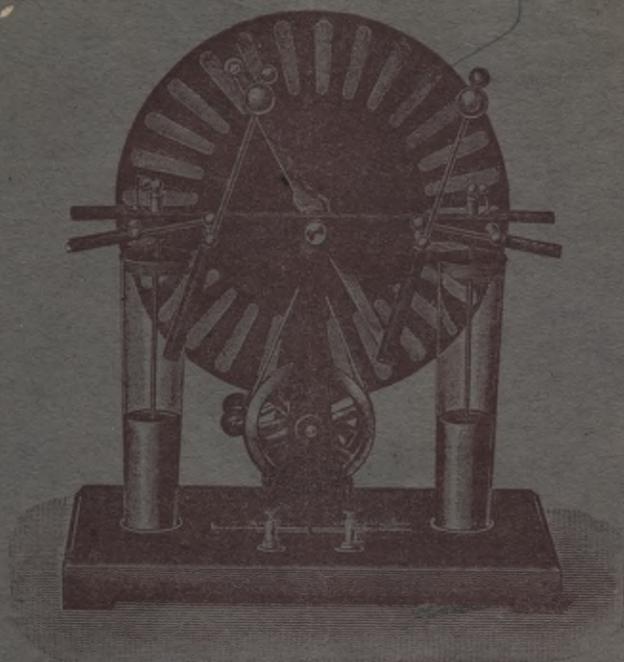


Elektron

D. R. G. M.



104 Schüler-Experimente

aus dem

Gebiete der Elektrizität von
Dr. C. Richard Schulze

Oberlehrer an der I. Höheren Bürgerschule in Leipzig

Nachdruck verboten :-: Preis 0.75 Mk. :-: Berlin 1913

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298472

Elektron

104 Schülerexperimente

aus dem

Gebiete der Elektrizität

von

Dr. C. Richard Schulze,

Oberlehrer an der
I. Höheren Bürgerschule
in Leipzig.



Wz/
115



|| 31754

Akc. Nr. 3984 / 50

Vorwort.

Wollt ihr mich erkennen, so schaut meine Werke an! — Ein wahres Wort! — Stehen wir vor den großen Baudenkmalern vergangener Zeit und den großen industriellen Schöpfungen der neuesten Zeit, so ziehen wir unsern Hut ab vor den Männern, die solches vollbracht. Und welches ist das größte Kunstwerk? —

Mein Auge sieht, wohin es blickt, die Wunder deiner Werke!

— — — — —
— — — — —

Der Mensch, der Schöpfung Ruhm und Preis, ist sich ein täglicher Beweis von deiner Güte und Größe!

So ruft Christian Fürchtegott Gellert beim Anblicke der göttlichen Schöpfung. Und wer stimmte ihm wohl nicht bei? — In der Tat! — Die Welt ist ein aufgeschlagenes Buch Gottes, und in diesem Buche lesen, heißt Gott dienen. Freilich muß man dazu zunächst das ABC dieser Schrift kennen. Dies drängt sich nun zwar jedem von selbst auf, der sinnend durch die Natur wandelt, aber im naturwissenschaftlichen Alphabet finden sich manchmal Hieroglyphen, zu deren Entzifferung man nach Hilfe aussieht. Wo fangen wir nun zu lesen an? — Wohl können wir auch hier die Worte anwenden:

Greift nur hinein ins volle Menschenleben,
Wo ihr es packt, da ist es interessant!

Aber es will doch manchem scheinen, als sei dieses oder jenes in der Natur wichtiger und interessanter als manches andere, so z. B. die Elektrizität. Was wären wir ohne Telegraph, ohne Telephon! Ist es nicht erstaunlich, sich mit Freunden über weite Länder hinweg unterhalten zu können? — Welchen nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet ferner die Galvanoplastik und die Elektrolyse! Im Jahre 1872 kostete 1 kg Aluminium M. 2500, jetzt ca. M. 4.—, 1898 kostete 1 kg Calcium M. 22500.—, jetzt stellen es die elektrochemischen Werke für M. 20.— her. Ist das nicht großartig? — Ja interessant und praktisch ist die Elektrizität, und nicht durch, nur in dieses hochinteressante Gebiet soll dies Büchlein ein Führer sein. Möge es seinen Zweck erfüllen.

Denken und denken heißt es hier, und deshalb fange ich nicht an wie gewöhnlich: Man macht das so und dann so und hernach so! sondern ich will, daß jeder sich über jeden Vorgang sofort klar wird, und deshalb beginne ich mit dem Elektrophor. Sämtliche Versuche sind mit den einfachsten, aber sehr brauchbaren Apparaten ausgeführt. Ich habe alle Apparate sorgfältigst geprüft und keinen gefunden, der den Dienst versagt hätte. Sollte ja einmal ein Experiment nicht gleich gelingen, so darf man nicht sofort die Flinte ins Korn werfen, denn gerade auf diesem Gebiete gilt das Wort: Probieren geht

über Studieren. Für Anfänger wird eine einfache Sammlung von Apparaten geliefert, die durch Hinzukauf weiterer Ergänzungssammlungen immer wieder vergrößert werden kann. Die übrigen größeren Apparate kann man sich einzeln kaufen, wenn man nicht gleich einen größeren Betrag ausgeben will.

Die Versuche sind nicht wirr durcheinander gewürfelt, sondern streng stufenweise geordnet. Aber da die Abbildungen in den Text mit aufgenommen sind, findet sich auch der sehr bald hinein, dem nicht sämtliche hier angeführten Apparate zur Verfügung stehen.

Leipzig, den 28. April 1909.

Dr. C. Rich. Schulze.

Vorwort zur 2. Auflage.

Die 2. Auflage, die sich bereits vor Ablauf des ersten Jahres nötig machte, bringt auf Seite 19–21 eine wesentliche Verbesserung der Influenzmaschine.

Leipzig, den 16. April 1910.

Dr. C. Rich. Schulze.

Vorwort zur 3. Auflage.

Die 3. Auflage fügt zunächst der langen Reihe von Nebenapparaten zur Influenzmaschine noch drei hochinteressante Apparate zu, nämlich ein elektrisches Pendel, Fig. 36, die rotierende Geißlersche Röhre, Fig. 56, und die rotierende Blitztafel, Fig. 57.

Die wesentlichste Erweiterung des „Elektron“ ist aber die in Fig. 61 dargestellte Endstation für drahtlose Telegraphie.

Leipzig, den 18. September 1911.

Dr. C. Rich. Schulze.

Vorwort zur 4. Auflage.

Der Apparat für drahtlose Telegraphie ist gestrichen worden, dagegen tritt neu auf die vorzügliche Wehrsensche Starkstrommaschine, und zwar in zweifacher Ausführung, nämlich für Hand- und Motorbetrieb.

Leipzig, den 14. Juli 1913.

Dr. C. Rich. Schulze.

ELEKTRON

104 Schülerexperimente aus dem Gebiete der Elektrizität

von

Dr. C. Richard Schulze.

Um das Jahr 600 vor Chr. fand Thales von Milet, daß mit Wolle geriebener Bernstein kleine, leichte Körper anziehen kann. Diese **Kraftäußerung, das ist das Vermögen, irgend eine Veränderung hervorzubringen**, nannte man nach dem griechischen Namen des Bernsteins **ELEKTRON, Elektrizität**, was nichts anderes sagen will, als Bernsteinkraft. Deshalb halten die meisten Menschen die Elektrizität für eine Kraft, was aber nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft ein Irrtum ist, und man nur von einer elektrischen Kraft sprechen kann. Später fand man, daß auch andere Körper durch Reiben elektrisch werden, beispielsweise Glas, Schellack, Siegellack, Schwefel, Hartgummi, Guttapercha, und bald entdeckte man auch zwei Arten von Elektrizität, die man als Glas- und Harzelektrizität unterschied. Diese beiden Elektrizitäten gaben sich durch ihr gegenseitiges Verhalten zu erkennen, denn:

Gleichnamige Elektrizitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Als man dann erkannte, daß Schwefel und Hartgummi gar keine Harze sind, waren die gewählten Namen für die beiden Arten der Elektrizität nicht mehr haltbar, und man nannte nunmehr die Glaselektrizität **positive**, die Harzelektrizität **negative** Elektrizität.

Die Frage: Wie wird ein Körper elektrisch? wird nun meist sehr kurz beantwortet. Durch Reibung! heißt es, und damit begnügt man sich. Aber wer es mit seinen Experimenten ernst meint, darf damit nicht zufrieden sein, und darum wollen wir der Sache etwas mehr auf den Grund gehen.

Alle Körper sind elektrisch! Höchst merkwürdig! da man doch von elektrischen und unelektrischen Körpern spricht. Das stimmt! – Aber ändert es etwas an der Sache, wenn man sich falsch ausdrückt? Nicht im geringsten. Wohl kann man von elektrischen Körpern reden, das sind solche, die ihren elektrischen Zustand, ihre elektrische Kraft zu äußern imstande sind, aber die übrigen sollte man eigentlich als **sogenannte unelektrische** bezeichnen, weil sie die tatsächlich ihnen innewohnende Kraft für gewöhnlich nicht äußern können.

Ein Beispiel soll uns das klar machen. Wir besitzen Kraft und können mit unseren beiden Armen Kraftleistungen ausführen, aber nicht, wenn sich unsere Hände gegenseitig fassen. Wir erscheinen kraftlos trotz unserer Kraft.

Wenn wir nun unsere Muskelkraft als elektrisch ansehen und beispielsweise die des rechten Armes als positive, die des linken Armes als negative Elektrizität, so sind beide Elektrizitäten gebunden, sobald wir unsere Hände in einander legen, und wir erscheinen unelektrisch. Ganz ähnlich ist es auf dem Gebiete der Elektrizität. In den sogenannten unelektrischen Körpern sind die beiden Elektrizitäten gebunden, und das Elektrischmachen ist weiter nichts als ein Trennen der beiden Elektrizitäten und ein Wegführen der einen, so daß dadurch die andere frei wird und sich nunmehr äußern kann. Daß dies in der Tat so ist, soll uns der Elektrophor zeigen. — Einfügen wollen wir hier, daß es **Leiter** und **Nichtleiter** der Elektrizität gibt. Leiter sind alle Metalle, feuchte Luft, unser Körper. Nichtleiter sind alle diejenigen Körper, welche durch Reiben elektrisch werden. Man nennt sie auch **Isolatoren**. Eigentlich müßte man von guten und schlechten Elektrizitätsleitern sprechen, aber letztere leiten die Elektrizität so schlecht, daß sie praktisch als Nichtleiter bezeichnet werden können.

Der ELEKTOPHOR,*)

das heißt Elektrizitätsträger, weil er seine freie Elektrizität oft wochen- ja monatelang behält, besteht aus dem sogenannten Kuchen und dem Deckel. Offenbar hat man für den einen Teil deshalb das Wort Kuchen gewählt, weil man diesen ursprünglich aus einer Mischung von Kolophonium und Schellack herstellte, die im geschmolzenen Zustande eine teigartige Masse bildete. Jetzt nimmt man Hartgummi hierzu. Der Deckel besteht nach wie vor aus Zink mit einem Glas- oder Hartgummistab als Handgriff. Mit diesem Elektrophor stellen wir nun den

1. Versuch an. Wir legen die Hartgummischeibe, den Kuchen, auf den Tisch und reiben sie am besten mit einem wömöglich angewärmten Katzenfell. — Ich warne dringend davor, die Scheibe während des Reibens frei in der Hand zu halten, weil sie dann leicht zerbrechen kann. — Nähern wir nun die Scheibe mit der geriebenen Seite einer auf dem Tisch liegenden Kugel aus Holundermark, so springt diese schließlich an die Scheibe heran nach dem Gesetz:

Elektrische Körper ziehen unelektrische an.

Wir haben also zunächst nachgewiesen, daß die Gummischeibe durch Reiben elektrisch geworden ist, indem die anfangs gebundenen Elektrizitäten getrennt worden sind, und die positive durch unsern Körper zur Erde geleitet wurde, und gehen nun über zum

2. Versuch. Die positive Elektrizität bezeichnen wir mit $+$, die negative mit $-$, und die geriebene Platte sieht demnach so aus, wie es Fig. 1 zeigt, d. h. an ihrer Oberfläche befindet sich negative Elektrizität. Diese negative Elektrizität ist nun  in dem Leiter der Elektrizität, der sich in einer gewissen, aber möglichst geringen Entfernung von ihr befindet, eine Trennung der beiden Elektrizitäten zu bewirken, und zwar die ungleichnamige anzuziehen und die gleichnamige abzustoßen nach dem Gesetz:

Fig. 1.

*) Beachte auch Seite 46.

Jede Elektrizität ruft in ihrer Nähe die ungleichnamige hervor und stößt die gleichnamige ab.

Dieses Gesetz nennt man das **Gesetz der elektrischen Verteilung** oder das Gesetz der elektrischen **Influenz**.

Legen wir jetzt den Deckel auf den elektrischen Kuchen, so sieht sein Inneres aus, wie es Fig. 2 zeigt. Die negative Elektrizität des Kuchens hat die positive des Deckels nach unten gezogen und die negative nach oben getrieben, also beide voneinander getrennt. Entfernen wir nun den Deckel, ohne ihn zu berühren, etwa 20 cm weit vom Kuchen, so ist dessen Elektrizität ohne Einfluß auf den Deckel. Seine beiden Elektrizitäten fließen wieder zusammen, und er ist vollkommen unelektrisch wie vorher. Legen wir ihn noch einmal auf den Kuchen, berühren wir ihn **kurz** mit dem Finger und heben ihn dann ab, so springt aus ihm ein Fünkchen unter schwachem Knistern in jeden Leiter, den wir nahe genug an ihn heranbringen. Durch Berührung des Deckels mit dem Finger ist die freie negative Elektrizität abgeleitet worden, nicht aber die gebundene positive. Diese verbreitet sich nach Abhebung des Deckels durch die ganze Metallmasse, und ihr Vorhandensein kann, wie erwähnt, nachgewiesen werden. Dieses Experiment kann beliebig oft wiederholt werden, ohne den Kuchen von neuem reiben zu müssen.

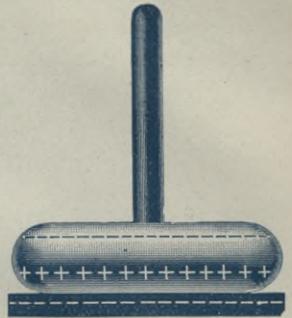


Fig. 2.

Nachdem wir nun wissen, wie Körper elektrisch werden, wollen wir mit einfachen Experimenten beginnen.

3. Versuch. Wir fassen einen Hartgummistab an dem einen Ende und reiben die andere Hälfte mit einem Katzenfell oder wollenen Lappen, die sehr trocken sein müssen, was man durch Erwärmen erzielt. Nähern wir die geriebene Stelle leichten Körpern, wozu sich am besten Kugeln aus Holundermark eignen, so werden sie angezogen und in den meisten Fällen wiederholt angezogen und abgestoßen. Eigentlich müßte eine angezogene Kugel sofort wieder abgestoßen werden, denn der geriebene Stab ruft in ihr eine elektrische Verteilung hervor. Kommt sie mit dem Stabe in Berührung, so wird ihre positive Elektrizität durch die negative des Stabes gebunden, und sie wird dadurch negativ elektrisch, wie es der Stab bereits ist. Folglich muß eine Abstoßung eintreten. Ist das nicht der Fall, so kann das nur daran liegen, daß die Elektrizität des Stabes zu schwach ist, und die Adhäsion zwischen ihm und der Kugel nicht überwinden kann. Sind aber die Verhältnisse günstig, also Luft und Reibzeug trocken, und wird der Stab stark gerieben, so wird die Kugel wiederholt angezogen und abgestoßen, denn sowie sie die leitende Tischplatte berührt, wird sie unelektrisch, wird infolge dessen wieder angezogen und abgestoßen und so fort.

4. Versuch. Es ist interessant, denselben Versuch mit Stäben aus Schellack, Siegellack, Schwefel und Glas auszuführen. Glas ist aber mit Seide zu reiben, und hierbei muß man etwas Geduld haben, da die Feuchtigkeit, die sich stets auf Glas niederschlägt, nicht so leicht zu entfernen ist.

- 5. Versuch.** Das in der Sammlung befindliche Männchen aus Holundermark stellen wir auf den Tisch und halten einen geriebenen Kautschukstab über dasselbe. Die beweglichen Arme werden vom Stab angezogen.
- 6. Versuch.** Auf den geriebenen Kuchen des Elektrophors legen wir eine Holundermarkkugel. Meistens wird dieselbe zickzackförmige Bewegungen ausführen und dann zur Ruhe kommen. Nähern wir nun der Kugel die Spitze des Zeigefingers, so bewegt sie sich an diesen heran, nach dem Gesetz:

Elektrische und unelektrische Körper ziehen sich gegenseitig an.

Sobald sie den Finger berührt hat, entfernt sie sich von ihm und bewegt sich wieder zickzackförmig. Durch die Berührung mit dem Finger ist ihre freie Elektrizität gebunden worden, und deshalb wurde sie von den anderen elektrischen Teilen des Kuchens angezogen. Da Hartgummi ein Nichtleiter ist, so werden eben nur die Teile elektrisch, die gerieben werden. Dies ist auch der Grund zu der früheren Annahme, daß Metalle nicht durch Reiben elektrisch werden können. Daß dies aber ein Irrtum ist, werden wir später sehen.

- 7. Versuch.** Auf den geriebenen Kuchen des Elektrophors setzen wir den Deckel und legen darauf eine Holundermarkkugel. Berühren wir den Deckel kurz mit dem Finger, so wie wir dies bereits oben kennen gelernt haben, und heben ihn ab, so wird die Kugel in großem Bogen fortgeschleudert nach dem Gesetz:

Gleichnamige Elektrizitäten stoßen sich ab.

Solange nämlich der Deckel auf dem Kuchen liegt, wird seine positive Elektrizität durch die negative des Kuchens gebunden; hebt man ihn aber ab, so verbreitet sie sich durch den ganzen leitenden Deckel und auch in die Kugel, die nun in die Höhe springt, da sie von beiden mit gleichnamiger Elektrizität geladenen Körpern derjenige ist, der sich am leichtesten bewegt.

- 8. Versuch.** Wir wiederholen den Versuch mit der Abänderung, daß wir statt der Kugel das Männchen des 5. Versuches aufsetzen. Nach Abhebung des Deckels streckt dasselbe beide Arme nach oben, und zwar so, daß dieselben divergieren. Der Körper des Männchens und seine Arme sind in diesem Falle selbständige Körper, die mit derselben Elektrizität geladen sind. Setzt man den Deckel wieder auf, so fallen die Arme nieder, denn Männchen sowohl als auch Deckel haben ihre freie positive Elektrizität wieder dadurch verloren, daß dieselbe von der negativen des Kuchens gebunden worden ist. Dieser Versuch läßt sich beliebig oft hintereinander ausführen.
- 9. Versuch.** Den starkgeriebenen Hartgummistab bewegen wir dicht über unser Kopfhair hin. Die Haare bewegen sich zum Stabe, und es kommt uns vor, als wären wir mit dem Kopfe in Spinnengewebe geraten; dasselbe Gefühl haben wir auch, wenn man mit dem Stabe dicht am Gesicht vorbei fährt.
- 10. Versuch.** Wir wiederholen den 2. Versuch und erkennen aus ihm, daß eine **elektrische Lichterscheinung, ein elektrischer Funke** — wie man gewöhnlich sagt — **entsteht, wenn die Elektrizität einen**

Luftraum durchspringt. So drückt man sich gewöhnlich aus und steht dabei auf dem alten Standpunkte, der die Elektrizität für einen Körper hält, der wie ein Ball fortgeworfen werden kann. Immer noch finde ich hin und wieder die Ansicht vertreten, daß bei der Reibungselektroskop-Maschine die Elektrizität der Scheibe in den Konduktor überspringt. Das ist ganz falsch! — Die Sache ist vielmehr so: Kommen die elektrischen Teile der Scheibe in die Nähe des unelektrischen Konduktors, so werden dessen gebundene Elektrizitäten durch Influenz getrennt und bei genügender Annäherung der Scheibe an den Konduktor vereinigt sich **durch die Luft** die positive Elektrizität der Scheibe mit der influenzierten negativen des Konduktors, wobei der Äther so in Schwingungen versetzt wird, daß Licht entsteht. Immerhin aber ist es bequem, zu sagen: Die Elektrizität springt über! — Man muß sich nur das Richtige dabei denken. —

11. Versuch. Man nähere den stark geriebenen Hartgummistab dem Knöchel eines Fingers; man hört ein Knistern und zuweilen, namentlich im Dunkeln, sieht man einen kleinen Funken zwischen Stab und Knöchel überspringen.

12. Versuch. Dieses Überspringen von Funken kann man besonders schön auf folgende Weise zeigen: Man lege ein Stück Papier auf ein Blech, vielleicht ein quadratisches Stück Schwarzblech von 30 cm Seitenlänge, und erwärmt dasselbe etwas auf einer Herdplatte. In dieser Lage reibt man das Papier kräftig mit erwärmtem Wollzeug oder Katzenfell. Hebt man nun das Papier ab und nähert ihm dem Knöchel eines Fingers, so springen zuweilen schon auf 2–3 cm Entfernung Funken über.

13. Versuch. Man stecke den großen hakenförmig gebogenen Messingdraht in das beigefügte Holzfüßchen und hänge daran ein an dem einen Ende eines Seidenfadens befestigtes Holundermarkkugelchen, wie es Fig. 3 zeigt. Nun nähert man einen kräftig geriebenen Hartgummistab der Kugel, sie wird angezogen und sofort wieder abgestoßen. Durch Berührung mit dem Stabe ist die influenzierte positive Elektrizität neutralisiert worden, und da die Kugel isoliert ist, behält sie die freigewordene negative Elektrizität.

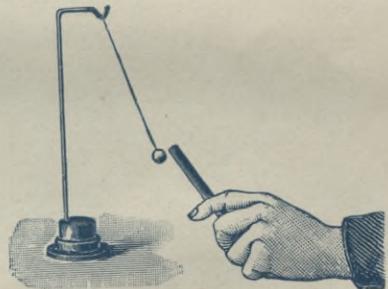


Fig. 3.

14. Versuch. Wir nähern der vom Hartgummistab abgestoßenen Kugel einen Elektrizitätsleiter, den Finger oder ein Stück irgend eines Metalles. Sie nähert sich dem Leiter, da ihre negative Elektrizität in ihm die positive, mit der sie sich verbinden will, hervorruft.

15. Versuch. Der 13. Versuch wird mit der Abänderung wiederholt, daß eine an einem Zwirnfaden befestigte Kugel angewandt wird. Diese wird ebenfalls vom Gummistab angezogen, aber nicht wieder abgestoßen, denn da der Zwirnfaden ein Leiter der Elektrizität ist, fließt die negative Elektrizität ab, und positive strömt fortwährend zu, und infolge dessen bleibt die Kugel so lange am Gummistab haften, solange derselbe noch elektrisch ist.

- 16. Versuch.** Wir wiederholen den vorigen Versuch, nehmen aber statt des Kautschukstabes einen Glasstab am besten aus Flintglas, den wir tüchtig mit angewärmtem Seidenzeug reiben. Der Effekt ist derselbe.
- 17. Versuch.** Nähern wir den elektrischen Glasstab der am Seidenfaden hängenden Kugel, so wird sie zunächst angezogen und dann abgestoßen. Sie ist positiv elektrisch geworden.
- 18. Versuch.** Wir nähern dieser positiv geladenen Kugel einen geriebenen Kautschukstab. Sie wird angezogen und dann wieder abgestoßen, weil sie nach Neutralisierung ihrer positiven Elektrizität negativ elektrisch geladen worden ist.
- 19. Versuch.** Nähern wir der negativ geladenen Kugel einen Glasstab, so wird sie zunächst angezogen und dann abgestoßen, weil sie umgekehrt wie im vorigen Versuche nach Neutralisierung ihrer negativen Elektrizität positiv geladen worden ist.

Wir erkennen hieraus, daß es tatsächlich, wie bereits eingangs erwähnt wurde, zwei Arten von Elektrizität gibt, die man früher **Glas- und Harz-elektrizität** nannte, für die man jetzt aber die Namen **positive** und **negative** Elektrizität gewählt hat, und daß:

Gleichnamige Elektrizitäten sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen.

- 20. Versuch.** Einen Metallstab, z. B. eine Stricknadel, umwickeln wir mit Seidenzeug, halten ihn an diesem mit der linken Hand fest, bringen sein eines Ende in die Nähe der Holundermarkkugel des elektrischen Pendels, Fig. 4, und nähern dem anderen Ende einen geriebenen Kautschukstab. Die Kugel wird angezogen, woraus folgt, daß der Stab ein Leiter der Elektrizität ist.

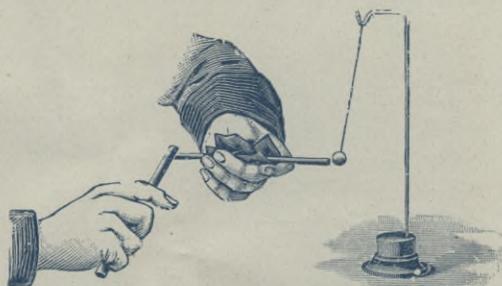


Fig. 4.

- 21. Versuch.** Wir wiederholen den Versuch mit der Abänderung, daß wir statt des Metallstabes einen trockenen Holzstab nehmen. Die Kugel wird diesmal nicht angezogen, da trockenes Holz die Elektrizität nicht leitet.
- 22. Versuch.** Reiben wir einen Messingstab mit Wolle, so wie wir dies mit dem Glas- und Kautschukstabe getan haben, so können wir keine Elektrizität in ihm nachweisen! Er wird zwar positiv elektrisch, aber da er ein Elektrizitätsleiter ist, so verbreitet sich die durch die Reibung freigewordene Elektrizität über den ganzen Stab und wird durch unsern Körper zur Erde geleitet.
- 23. Versuch.** Wir umwickeln nun das eine Ende des Messingstabes mit einem sehr gut getrockneten Stück Seidenzeug, und zwar **absolut reine Seide** und nicht etwa Halbseide. An dieser Umwicklung halten wir den Stab fest und reiben den freien Teil kurz und kräftig mit einem sehr

trockenen Fell ab. Jetzt zieht er kleine Papierschnitzel an, da er durch Seidenzeug isoliert ist.

Früher hatte man den Umstand, daß Metalle Leiter der Elektrizität sind, gar nicht beachtet und behauptete deshalb, daß man sie nicht durch Reiben elektrisch machen kann. Daß dies also ein Irrtum war, haben wir nunmehr gesehen, aber noch schöner zeigt uns dies der

24. Versuch. Fig. 5 zeigt uns zwei ineinander geschobene und an einem Ende miteinander verschmolzene Glasröhren, von denen die innere an mehreren Stellen erweitert ist. In die weite Röhre, die an dem einem Ende verschlossen war, brachte man etwas Quecksilber, evakuierte sie — d. h. pumpte die Luft heraus — und verschmolz dann das offene Ende. Infolge der Luftleere, des Vakuums, reibt sich das Quecksilber beim Schütteln an den erweiterten Stellen der inneren Röhre, wird dadurch elektrisch und leuchtet im Dunkeln zwar schwach, aber sehr schön blau oder violett.



Fig. 5.

25. Versuch. Auf den eisernen Stativfuß schrauben wir den Hartgummistab mit Messingaufsatz. Letzterer hat oben einen Konus, damit verschiedene Apparate aufgesetzt werden können. Zu diesem Versuche setzen wir den rechtwinklig gebogenen Metallhaken auf. Von dem beigegebenen dünnen Kupferdraht schneiden wir zwei gleiche, etwa 10 cm lange Stücke ab, machen sie, indem wir sie durch zwei Finger ziehen, gerade, biegen sie an dem einen Ende zu einer kleinen Öse um und stecken an das andere je eine Holundermarkkugel so, daß der Draht nicht durchgeht. Hängen wir nun diese Kugel an den Haken, so erhalten wir das in Fig. 6 abgebildete **Doppelpendel**. Berühren wir den



Fig. 6.

Haken mit einer elektrischen Hartgummiplatte, wie es die Figur zeigt, so gehen die Kugeln auseinander, da sie, wie wir aus früheren Versuchen schließen können, negativ elektrisch geladen worden sind. Berühren wir hierauf den Haken mit dem Finger, so fallen die Kugeln selbstverständlich wieder zusammen, da wir ihre Elektrizität zur Erde abgeleitet haben. Andernfalls behalten sie ihre Elektrizität, und namentlich in recht trockener Luft, ziemlich lange. Dieses elektrische Doppelpendel können wir auch **Elektroskop** nennen, worunter man einen Apparat versteht, mit dem man nicht nur nachweisen kann, ob ein Körper elektrisch ist oder nicht, sondern auch, mit welcher Elektrizität er geladen ist.

Die empfindlichsten Elektroskope bestehen aus Goldblattstreifen, die an dem einen Ende eines Messingstabes befestigt sind und sich in einem Glasgefäß befinden, aus welchem der oben eine Kugel tragende Messingstab herausragt.

26. Versuch. Wir laden das Elektroskop negativ elektrisch und berühren den Haken mit einem Glasstabe. Bleiben die Kugeln in ihrer Lage, so ist der Stab unelektrisch. Andernfalls fallen sie zusammen, da ihre negative Elektrizität sich mit der positiven des Stabes verbindet.

27. Versuch. Wir laden das Elektroskop negativ elektrisch und berühren hierauf den Haken mit einem tüchtig geriebenen Glasstabe; die Kugeln fallen zunächst zusammen. Zieht man nun den Stab am Haken hin und her, so werden die Kugeln schließlich wieder auseinander gehen. Sollte dieser Fall eintreten, so besaß der Stab mehr positive Elektrizität, als zur Neutralisierung der negativen Elektrizität der Kugeln nötig war, und der Überschuß rief von neuem eine elektrische Verteilung in den Kugeln hervor und lud sie positiv.

28. Versuch. Den Haken des soeben positiv geladenen Elektroskops berühre man mit einem geriebenen Hartgummistabe. Die Erscheinung ist dieselbe, aber der Vorgang ist der umgekehrte.

29. Versuch. Man fasse die Enden eines trockenen Fadens von reiner Seide an und berühre mit seiner Mitte den Haken eines geladenen Elektroskops, die Kugeln nähern sich entweder gar nicht oder äußerst wenig.

30. Versuch. Man wiederhole den Versuch, nachdem man den Seidenfaden durch Wasser gezogen hat, die Kugeln fallen zusammen, da Wasser ein Leiter der Elektrizität ist.

Ein ausgezeichnetes Elektroskop ist in Fig. 7 abgebildet. Zwischen einem vertikalen, isolierten Messingbügel kann sich ein Strohalm um eine horizontale Achse bewegen.

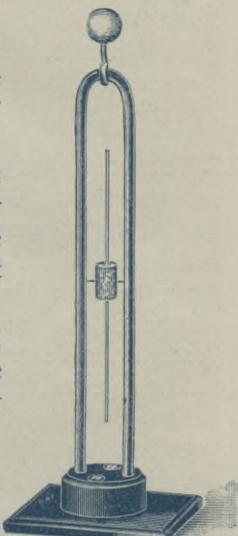


Fig. 7.

31. Versuch. Man bestreiche den Bügel des eben beschriebenen Elektroskops mit einem elektrischen Kautschukstabe, indem man mit demselben beispielsweise unter dem Knopfe entlang fährt. Der Strohalm wird vom Bügel abgestoßen, da beide negativ elektrisch geworden sind; nähert man nun dem Strohalm irgend einen negativ geladenen Körper, so wird er abgestoßen, nähert man ihm einen positiv geladenen Körper, so wird er angezogen.

32. Versuch. Bringt man einen geriebenen Kautschukstab in die Nähe des Bügels des ungeladenen Elektroskops, **ohne dieses zu berühren**, so gehen die Kugeln auseinander und fallen wieder zusammen, wenn der Stab entfernt wird. — Merkwürdigerweise bezeichnet man eine derartige Einwirkung eines elektrischen Körpers auf einen unelektrischen mit dem Worte **Influenz** und bedenkt gar nicht, daß **jede Einwirkung eines elektrischen Körpers auf einen unelektrischen eine Influenzwirkung ist**. Zunächst entsteht die Elektrizität durch Reiben, und die Reibungselektrizität ist demnach weiter nichts als umgewandelte mechanische Arbeit, also unsere umgewandelte Kraft, wenn wir selbst reiben, und nicht

etwa durch eine Dampfmaschine die Reibung ausführen lassen. In diesem Falle würde die Elektrizität umgewandeltes Brennmaterial sein. Daß die Kugeln nach Entfernung des die Influenz bewirkenden Körpers wieder zusammenfallen, ist sehr erklärlich, da die Influenzelektrizität ersten Grades nicht abgeleitet wurde, und sie deshalb wieder mit der zweiten Grades zusammenfloß, als der influenzierende Körper wegen seiner zu großen Entfernung nicht mehr auf das Elektroskop einwirken konnte. Es ist genau so, wie beim Elektrophor, wenn wir den Deckel auf den elektrischen Kuchen setzen und ihn, ohne ihn berührt zu haben, wieder abheben. Die getrennt gewesenen Elektrizitäten fließen dann eben wieder zusammen.

Als Beweis für die Existenz einer besonderen Influenzwirkung wird der folgende Versuch ins Feld geführt.

33. Versuch. Wir laden das Elektroskop und nähern ihm von oben einen Leiter, beispielsweise die Hand. Die Kugeln fallen zusammen und gehen wieder auseinander, wenn die Hand weggenommen wird. Wir haben es hier mit ganz demselben Vorgange wie im vorigen Versuche zu tun, nur umgekehrt. Während dort die influenzierende Elektrizität von oben kam, kommt sie jetzt von unten, von den Kugeln.

34. Versuch. Der 32. Versuch wird wiederholt. Berühren wir nun den Bügel mit dem Finger, so fallen die Kugeln zusammen. Entfernen wir den Finger vom Elektroskop und **dann erst den Stab**, so gehen die Kugeln wieder auseinander, und wir können nachweisen, daß sie positiv elektrisch geladen sind. Derselbe Vorgang wie beim Elektrophor. Der elektrische Kautschukstab ruft die positive Elektrizität in seine Nähe und stößt die negative soweit als möglich ab. Diese geht also vor allen Dingen in die beiden Kugeln, und da diese wegen ihrer leichten Beweglichkeit als zwei selbstständige Körper gelten, müssen sie sich voneinander entfernen. Berühren wir den Bügel mit dem Finger, so wird die negative freie Elektrizität durch unsern Körper in die Erde geleitet, während die positive Elektrizität durch die negative des Stabes festgehalten wird. Ist der Stab entfernt worden, so verbreitet sich die dadurch frei gewordene positive Elektrizität über alle leitenden Teile des Elektroskops, was durch die Kugeln angezeigt wird. Würde man zuerst den Stab und dann den Finger entfernen, so würde man auch die positive Elektrizität ableiten, d. h. nichts anderes, als das Elektroskop entladen.

Wir haben vorzugsweise mit Stäben gearbeitet. Lediglich aus Bequemlichkeitsrücksichten, da man eine Platte zum Zwecke des Reibens vorsichtshalber auf den Tisch legen und dann wieder aufnehmen muß, und Kautschuk hat Glas gegenüber den Vorzug, daß er leichter und stärker elektrisch wird als jenes.

Die INFLUENZMASCHINE.

Wenn ich im früheren „ELEKTRON“ lese: „Der Vorgang der Influenz ist ein sehr wichtiger. Auf demselben beruht die Wirkung unserer Elektrisiermaschine, die dementsprechend den Namen Influenzmaschine führt“, so kann ich mich eines Kopfschüttelns nicht erwehren.

Es gibt zwei Arten von Elektrisiermaschinen, die Reibungselektrisierungsmaschine und die Influenzmaschine.

Bei beiden wird die Elektrizität durch Reibung erzeugt, und bei beiden kommt die Influenzwirkung hinterher.

Aber jedes Kind muß doch einen Namen haben, und jedenfalls hat man seinerzeit für die neue Form keinen besseren gefunden, als **Influenzmaschine**. Behalten wir ihn also bei.

Von der Reibungselektrisierungsmaschine wollen wir hier nicht reden, da sie nur noch historischen Wert hat. Dasselbe gilt auch von der Influenzmaschine in ihrer ursprünglichen Gestalt. Aber wir können diese nicht mit Stillschweigen übergehen, da sie sich leichter erklären läßt als ihre Nachfolgerin, die Influenzmaschine von heute. Sie soll uns zum leichteren besseren Verständnis der heutigen Form dienen.

Erfunden wurde die Influenzmaschine im Jahre 1865 von Holtz in Greifswald und fast gleichzeitig von Töpler in Dresden.

35. Versuch. Wir stellen zunächst einen Versuch an, der uns den bei einer in Tätigkeit versetzten Influenzmaschine stattfindenden Vorgang deutlich machen soll, und den Rieß im Jahre 1867 **Doppelinfluenz** nannte.

In Figur 8 ist a ein Konduktor, b eine auf beiden Seiten gefirniste Glasscheibe und c ein sogenannter Saugkamm, wie eine Holtzsche Maschine deren zwei besitzt. Wird a positiv geladen, so ruft es auf der ihm zugekehrten Seite von b negative Elektrizität hervor und stößt die positive nach der Rückseite, die nun wieder auf c influenzierend wirkt, wie aus der Figur zu ersehen ist. Da nun die negative Elektrizität aus den Spitzen des Kammes ausströmt, so wird zunächst die positive Elektrizität auf der Rückseite von b neutralisiert, und schließlich wird b durch weiteres Ausströmen auf beiden Seiten negativ elektrisch, was man mit Hilfe eines positiv geladenen Elektroskops nachweisen kann.

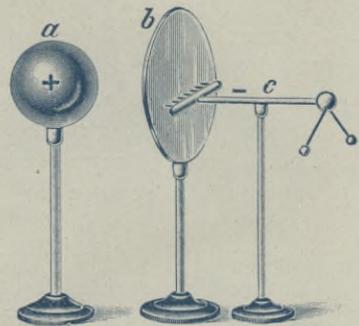


Fig. 8.

Sehen wir uns daraufhin die Holtzsche Influenzmaschine an. Dieselbe besteht aus zwei gefirnisten Glasscheiben von verschiedener Größe, die in nicht zu weiter Entfernung einander parallel gegenüber stehen, und von denen die vordere kleinere drehbar ist, während die größere hintere feststeht. Letztere besitzt in der Nähe des Randes zwei diametral sich gegenüberstehende Ausschnitte und einen Zentralen, durch den die Achse der drehbaren Scheibe hindurchgeht. Auf der Rückseite trägt die feste Scheibe an den Randöffnungen längliche Papierstreifen, die sogenannten Kuchen, von denen Kartonspitzen gegen die bewegliche Scheibe hineinragen.

Fig. 9 zeigt dieselbe im Querschnitt. Drehen wir die bewegliche Scheibe CD, nachdem die beiden Kugeln v und u miteinander in Berührung gebracht worden sind, so daß sich C beispielsweise nach oben bewegt, und berühren wir die Papierbelegung n

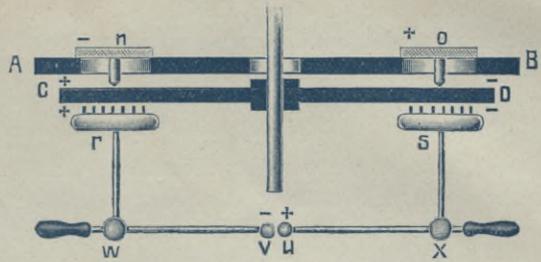


Fig. 9.

der feststehenden Scheibe AB mit einer geriebenen Hartgummiplatte, so wirkt die hierdurch negativ geladene Belegung n auf den ihr gegenüber liegenden Teil von CD, macht denselben infolge der Doppelinfluenz auf beiden Seiten positiv elektrisch, und die negative Elektrizität fließt vom Saugkamm r über w nach dem Konduktor v. Kommt bei weiterem Drehen von CD der positiv geladene Teil nach dem Saugkamm s, so ruft er in diesem die negative Elektrizität hervor. Dieselbe strömt aus den Spitzen aus, neutralisiert zunächst die positive Elektrizität auf CD und macht sie alsdann, wiederum infolge der Doppelinfluenz, auf beiden Seiten negativ elektrisch, während die positive Elektrizität von s über x nach dem Konduktor u fließt. Bei der angenommenen Drehrichtung ist die obere Hälfte von CD stets positiv, die untere stets negativ elektrisch, und durch das gegenseitige Aufeinanderwirken der influenzierenden und der influenzierten Elektrizität wird die Wirksamkeit der Maschine ganz besonders gesteigert. Sobald ein Rauschen hörbar wird, entfernt man die beiden Konduktoren voneinander und erhält nun einen beständigen Funkenstrom. Verbindet man die Konduktoren mit Leydener Flaschen, deren äußere Belegungen miteinander verbunden sind, so wird die Spannung der Maschine erhöht, und der Funkenstrom löst sich in einzelne, heftig knallende Funken auf.

Die LEYDENER FLASCHE.

Sie heißt auch Kleistsche Flasche, da sie fast gleichzeitig 1745 von Cunaeus und van Muschenbrök in Leyden und vom Domherr von Kleist in Cammin erfunden wurde. Sie ist ein Ansammlungsapparat der Elektrizität und besteht gewöhnlich aus einem Glase von der in Fig. 10 dargestellten Form. Dasselbe ist außen und innen bis auf einen breiten oberen Rand mit Stanniol beklebt. In der Mitte ist ein vertikaler, in eine Kugel endigender Messingstab, um die innere Belegung bequem mit einer Elektrizitätsquelle in Verbindung bringen zu können. Führt man der inneren Belegung beispielsweise positive Elektrizität zu, so wirkt dieselbe durch das Glas hindurch auf ihre

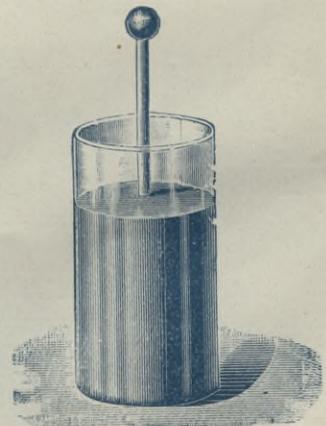


Fig. 10.

Umgebung. Die negative Elektrizität derselben strömt durch jeden Elektrizitätsleiter herzu und sammelt sich auf der äußeren Belegung. Faßt man diese nun mit der einen Hand an und berührt mit der anderen den Stab, so geben wir den beiden Elektrizitäten Gelegenheit, sich miteinander zu verbinden, und zum Dank dafür erhalten wir einen mehr oder weniger kräftigen Schlag. Je größer eine Flasche ist, desto mehr Elektrizität kann sie aufnehmen, und wer eine solche noch nicht durch seinen Körper entladen hat, mag zuerst aus einem Elektrophor oder aus der Influenzmaschine sechs Funken überspringen lassen, er wird dann bald herausfinden, welche Ladung er vertragen kann. Wird eine Flasche von mehreren Personen zu gleicher Zeit entladen, so kann ihre Ladung schon bedeutend stärker sein. Ist sie aber zu stark, was man sehr bald beurteilen lernt, so bedient man sich zur Entladung des Entladers

Fig. 11. Man faßt denselben an dem Glas- oder Kautschukstabe an und hält die eine Kugel des Messingbügels an die äußere Belegung und die andere an die innere.

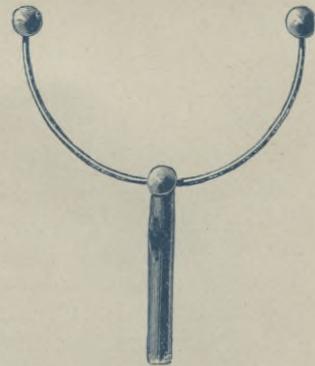


Fig. 11.

Betrachten wir nun die Influenzmaschine, wie sie heute im Gebrauch ist. Sie besitzt zwei gleichgroße Hartgummischeiben, die einige Millimeter voneinander entfernt sind und sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Zu diesem Zweck ist der Treibriemen der **vorderen** Scheibe gekreuzt. Die äußeren Seiten der Scheiben tragen je einen Kranz von Stanniolbelegen. Auf jedem Kranze schleifen zwei Metallbüschel, die sogenannten Bürsten, welche an einem Metallarm, dem **Ausgleichskonduktor**, befestigt sind. Diese beiden Ausgleichskonduktoren werden von den Lager säulen getragen und sind gegen die Drehrichtung der zugehörigen Scheiben so zu stellen, daß sie mit der Senkrechten einen Winkel von ca. 30° bilden. Man findet jedoch die beste Einstellung sehr bald heraus.

An manchen Maschinen rotieren die Scheiben zwischen zwei Gabeln, welche die sogenannten Saugbleche oder Saugspitzen tragen. Diese dürfen die Scheiben auf keinen Fall berühren, da sonst die Belege zerkratzt werden würden. Bei anderen Maschinen enden die Gabeln in einer Spitze auf der Rückseite der hinteren Scheibe, und bei noch anderen fehlen die Gabeln überhaupt, und die sogenannte Saugwirkung wird von Bürsten übernommen.

Die **Wirkungsweise** der Influenzmaschine ist bereits oben zur Genüge erläutert worden, aber wir wollen uns doch die neueste Form daraufhin noch einmal ansehen. Wie schon erwähnt, bildet auch bei diesen Maschinen die Reibung den Ausgangspunkt, und wenn nicht schon irgend ein Stanniolblättchen aus irgend einem Grunde elektrisch geworden ist, so geschieht das beim Drehen der Scheiben durch die Reibung an den Bürsten.

Sei z. B. das Stanniolblättchen s, Fig. 12, auf der Außenseite der hinteren Scheibe A – das ist diejenige, die der Kurbel am nächsten ist – positiv geladen. Diese positive Ladung stößt nun von dem Blättchen s die positive Elektrizität fort in den Metallstab b und zieht die negative auf das Blättchen s₁ der Scheibe B. Da diese sich nach rechts dreht, ge-

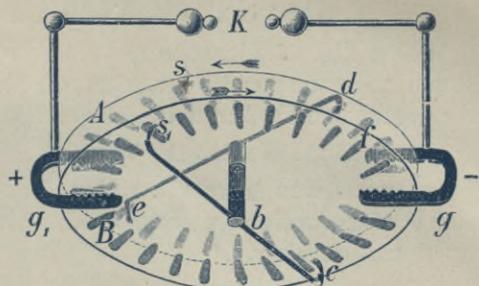


Fig. 12.

langt das negativ geladene Blättchen s₁ in die Gabel g, welcher es seine Ladung mitteilt. Gelangt das Blättchen weiter unter die Bürste c, so ladet es sich nun mit der vom positiven Blättchen s abgestoßenen positiven Elektrizität des Armes b. Die positive Ladung der Blättchen zwischen d und s auf der Scheibe A hat ihren Ursprung in d. Die bei s₁ negativ gewordenen Blättchen f halten auf denen bei d die positive Elektrizität gebunden und stoßen die negative durch den Arm e. Da sich die Scheibe A nach links dreht, so wird die Blättchenreihe d s positive Elektrizität haben. Diese Blättchen geben ihre Wirkung an die Gabel g ab. Die bei e auf die Blättchen strömende negative Elektrizität wird nach Gabel g₁ transportiert, und die aus c auf Scheibe B strömende positive Elektrizität wird nach Gabel g übergeführt.

Während der Drehung der Maschine erhält also die eine Gabel fortwährend positive, die andere negative Elektrizität, und beide Elektrizitäten strömen nach den verstellbaren Konduktorenarmen, die auch Elektroden genannt werden, zwischen deren Kugeln der Ausgleich stattfindet.

Soll die Maschine in Betrieb gesetzt werden, so können sich die Konduktoren berühren, es ist aber durchaus nicht erforderlich, wie von manchen Seiten angenommen wird.

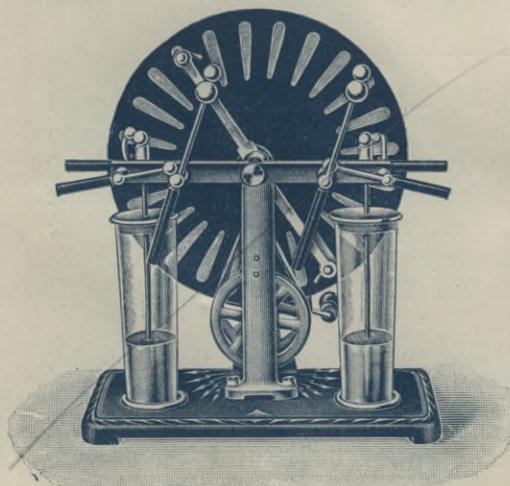


Fig. 13a. 21 cm Scheibengröße.

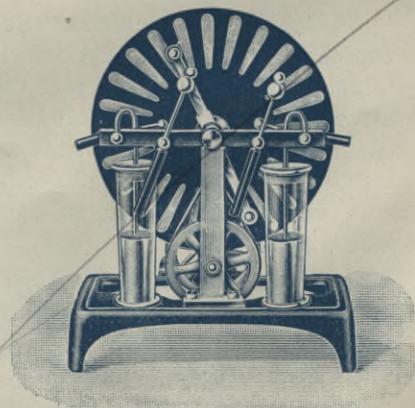


Fig. 13b. 18 cm Scheibengröße.

Der STROMUNTERBRECHER.

Eine Eigentümlichkeit dieser Maschinen ist es, daß bei fast allen Experimenten (ausgenommen bei Versuchen, die einen ganz schwachen Strom erfordern) eine sogenannte Funkenstrecke eingeschaltet werden muß.

Man hänge die Leitungsketten direkt an die Elektrodenstangen *per Strom zu laufen*.

Durch das Verstellen der Hebel F Fig. 13a kann man sehr leicht eine beliebige Funkenstrecke einschalten, wie es das betr. Experiment gerade verlangt.

D. R. G. M.

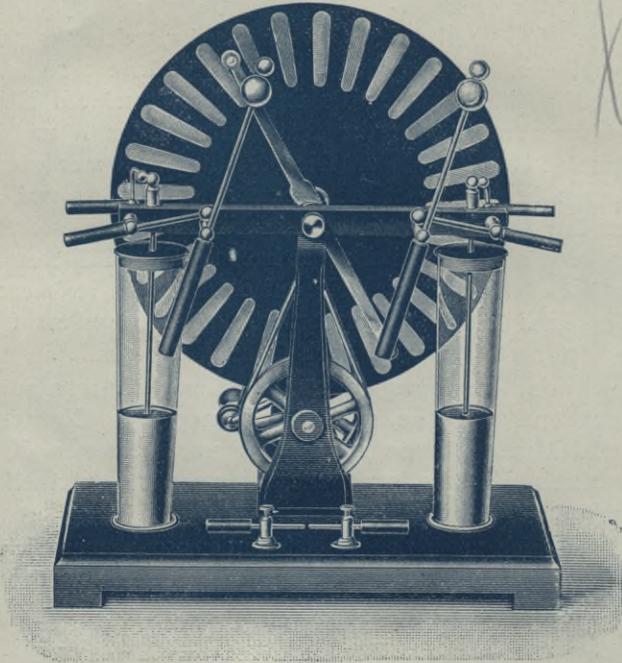


Fig. 14. 26 und 31 cm Scheibengröße.

Bei den Maschinen mit 18 bis 30 cm Durchmesser stellt man zunächst die Leydener Flaschen B in die vernickelten Tellerchen auf dem Grundgestell, dann nimmt man das Hartgummistück G, welches die Einsauger D nebst den drehbar angeordneten Elektrodenstangen C trägt, und schraubt es mittels der Kordelschraube H an den vorderen Ständer der Maschine fest; man achte noch darauf, daß die Metallstangen der Leydener Flaschen in die dazu bestimmten Löcher auf der unteren Seite des Hartgummistückes G hineinragen.

Die Aufsaugung der Elektrizität findet nur einseitig statt. (Prof. Holtz, der Erfinder dieses Systems, schreibt der doppelten Aufsaugung keine besondere Wirkung zu.)

Die Kordelschraube H drehe man recht fest, da sonst die ganze obere Garnitur keinen Halt hat.

Die größeren Maschinen von 35 cm Scheibengröße an.

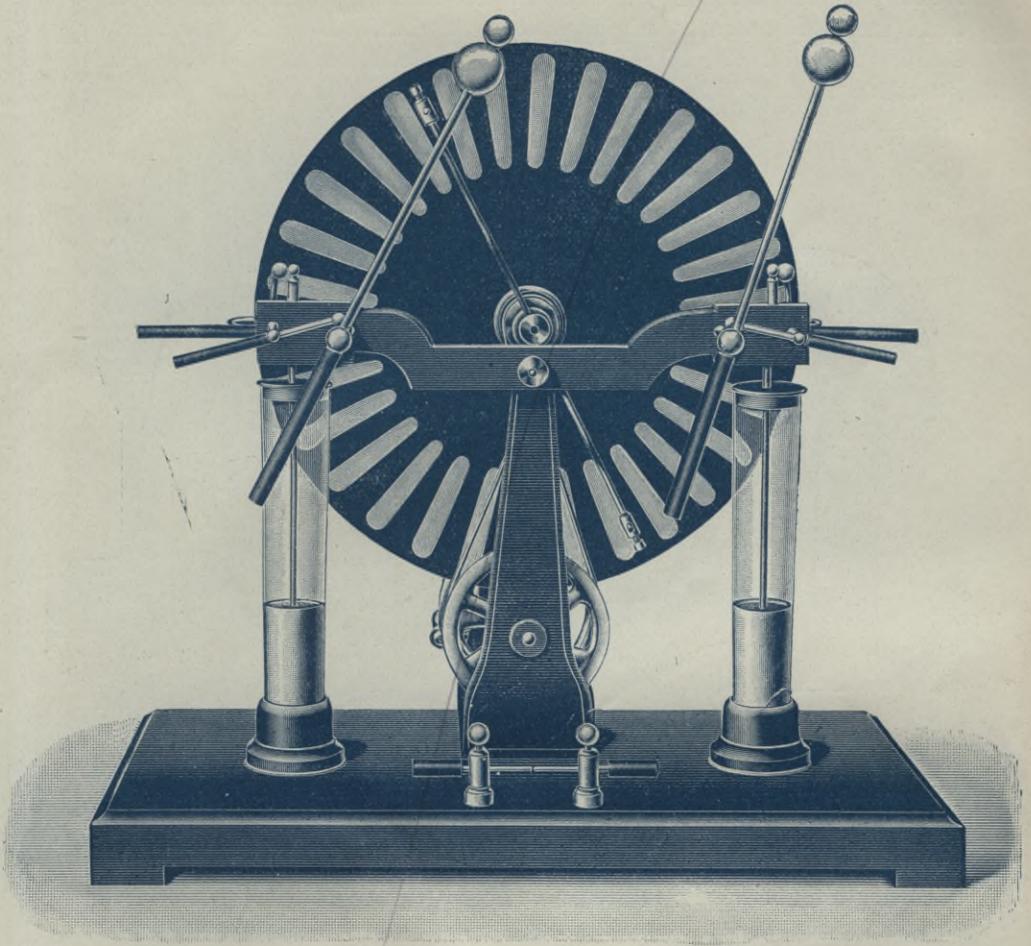


Fig. 15.

In das Querrohr der Glassäulen steckt man zunächst die drehbar angeordneten Elektrodenstangen hinein und schraubt dann die Säulen unter dem Grundbrett mittels der Flügelmuttern ordentlich fest; hierbei ist darauf zu achten, daß die Elektrodenstangen so stehen müssen, daß sie bei waagrechter Stellung eine gerade Linie bilden; die Saugbüschel sind ebenfalls verstellbar und werden so eingestellt, daß die Hartgummischeiben dicht daran vorbei rotieren.

Die Metallstangen der Leydener Flaschen kommen in die Löcher des Hartgummifassonstückes, wie es aus der Abbildung ersichtlich ist.

Das Hartgummifassonstück muß recht kräftig festgeschraubt werden.

Man richte sich vor allen Dingen genau nach den Abbildungen. Die Figuren 16 und 17 sind ohne Erläuterung verständlich.

Um die Influenzmaschine weitesten Kreisen zugänglich zu machen, werden solche mit einem Scheibendurchmesser von 18, 21 und 26 cm in einfachster Ausführung hergestellt (Fig. 18 und 19). Die zu den Nebenapparaten führenden Ketten hängt man an die Haken des Hartgummierstücks, wie aus Fig. 18 zu ersehen ist. Da bei diesen Maschinen ein Ausschalten der Leydener Flaschen nicht möglich ist, müssen sie erforderlichenfalls herausgenommen werden.

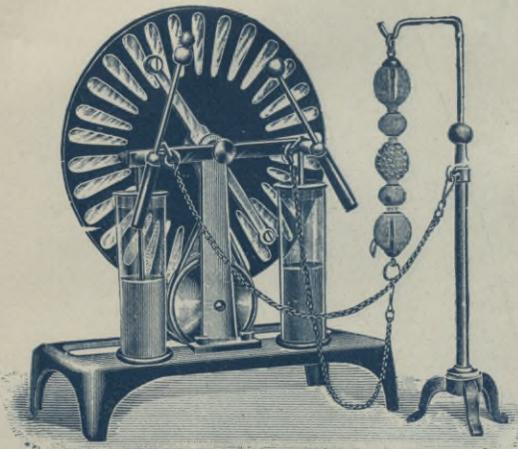


Fig. 18

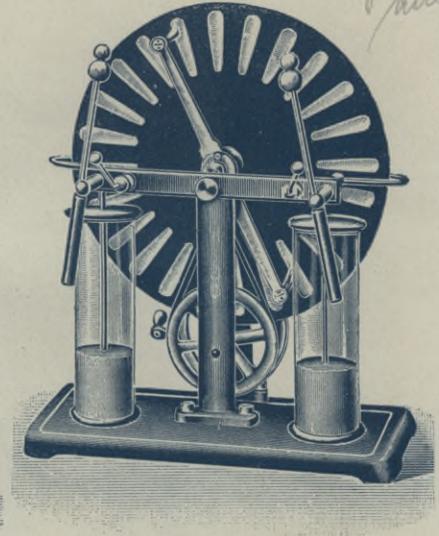


Fig. 19.

Eine wesentliche Verbesserung der Influenzmaschine verdanken wir Alfred Wehrsen. Die von ihm konstruierte und durch die Fig. 20 dargestellte Maschine ist eine Vereinigung der alten Konstruktion mit der neuen. Auf letztere Rücksicht zu nehmen, hielten wir bei Abfassung dieses Büchleins für überflüssig, müssen aber jetzt soviel als notwendig auf dieselbe zurückkommen, da sonst ein Verständnis der neuesten Konstruktion nicht zu ermitteln ist.

Die Töplersche, resp. Holztsche Maschine hatte ursprünglich zwei Glas-scheiben, eine größere hintere — an der Kurbelseite —, welche feststand, und eine kleinere drehbare. Aus der festen Scheibe waren diametral gegenüber zwei etwa elliptische Stücke herausgeschnitten. Über, resp. unter diesen Ausschnitten befand sich auf der Rückseite der Scheibe, also da, wo die Kurbel ist, je eine Papierbelegung mit einem zugespitzten „Lappen“, dessen Spitze in den Ausschnitt hineinragte.

Um die Maschine in Gang zu setzen, hielt man an diese Papierbelege irgend einen durch Reiben elektrisch gemachten Körper, in der Regel eine Hartgummischeibe, und drehte dabei die bewegliche Scheibe. Später durchbrach man die feste Scheibe nicht, behielt aber die Papierbelege in ihrer ursprünglichen Form bei, und durch Metallbürsten, die diese Belege berührten, erhielt man sich selbst erregende Maschinen.

Eine wesentliche Verbesserung erzielte Holtz dadurch, daß er zwei gleichgroße Scheiben sich in entgegengesetzter Richtung drehen ließ und die zwei Papierbelege durch viele kleine sektorenartige Stanniolstreifen ersetzte. Während aber bei der Holtz-Töplerschen Maschine die Elektroden horizontal verschiebbar sind, brachte Wimshurst in vertikaler Ebene drehbare Elektroden an, und diese Form der Influenzmaschine ist so sehr ins Publikum gedrungen, daß man über dem Namen Wimshurst die Namen Holtz und Töpler in den meisten Fällen vergessen hat.

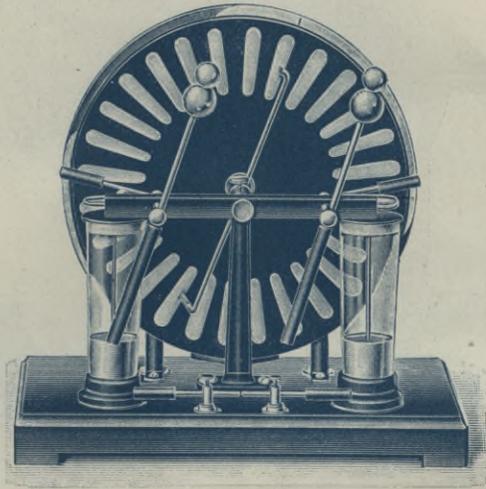


Fig. 20.

Diese neuere Maschine nun besitzt eine feststehende und eine drehbare Hartgummischeibe, letztere mit Sektorenbelegen aus Stanniol.

Den Schlußstein bildet die

Wehrsensche Starkstrom-Maschine,

deren Leistungsfähigkeit zu einer Vollkommenheit gestiegen ist, wie man sie bis jetzt nicht für möglich gehalten hat. Um die störend wirkenden Ausstrahlungen aus den aufgeklebten Stanniolsektoren zu vermeiden, hat Wehrsen bereits im Jahre 1903 dünne Blechstreifen einvulkanisieren, d. h. vollständig in Kautschuk einbetten lassen. Die Verbindung nach außen vermittelt eine Schraube mit so flachem Kopf, daß die Sauger beim Rotieren der Scheibe bequem darüber hinweg gleiten können. Fig. 21 zeigt eine solche Maschine für Handbetrieb. Als besonderer Vorzug dieser neuesten Konstruktion verdient hervorgehoben zu werden, daß die feststehende Scheibe verschoben und alsdann festgeschraubt werden kann. Zwecks Anregung der Maschine stellt man sie so, daß ihre Metallbürsten die bewegliche Scheibe berühren, und rückt sie weiter ab, sobald die Anregung erfolgt ist. Es werden dadurch die Bürsten geschont, aber vor allen Dingen wird die bewegliche Scheibe vor

Rissen, die durch das fortwährende Schleifen der Bürsten auf ihr sich mit der Zeit unbedingt einstellen müssen, möglichst bewahrt. Schematisch wird diese Maschine dargestellt durch Fig. 22.

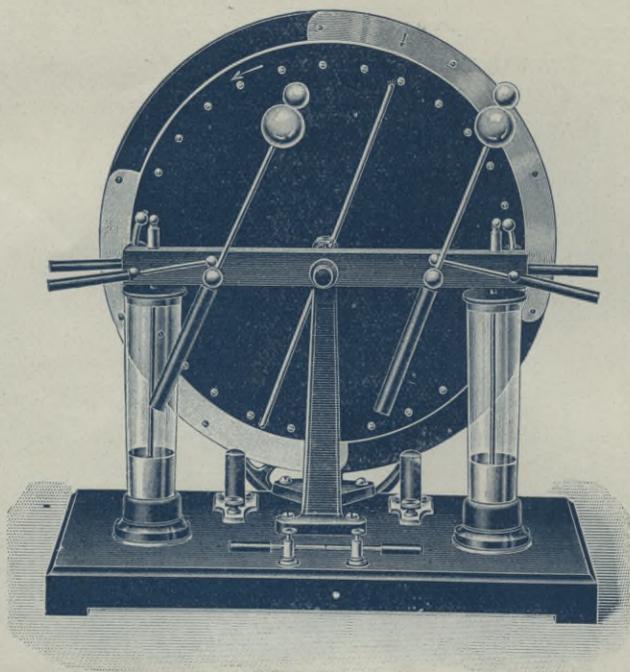


Fig. 21.

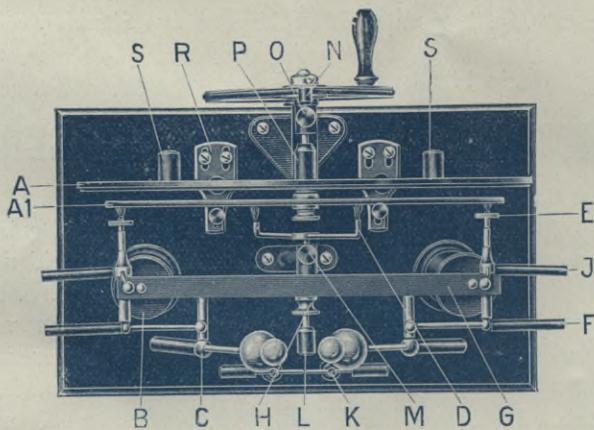


Fig. 22.

Fig. 23 zeigt eine Starkstrommaschine für Motorbetrieb. Auf ihrer Achse befindet sich vorn ein halber konzentrischer Kreisring mit Gradeinstellung, um die vorteilhafteste Stellung des sogenannten Hilfskonduktors feststellen zu

können. Diese Maschine, die in Fig. 24 schematisch dargestellt ist, wirkt wie der tadelloseste Funkeninduktor und kann denselben in gewissen Fällen vollständig ersetzen.

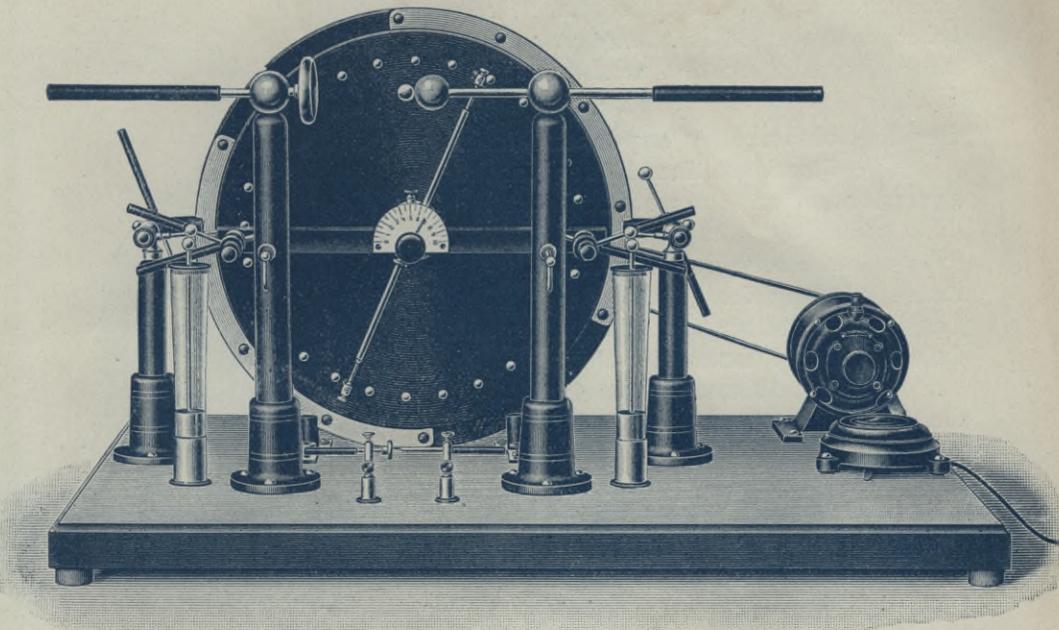


Fig. 23.

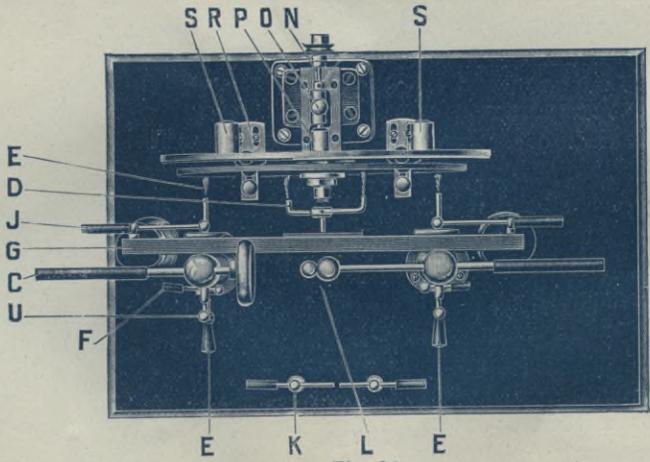


Fig. 24.

Die in den Figuren 22 und 24 vorkommenden Buchstaben haben folgende Bedeutung:

A feste Scheibe, **A1** rotierende Scheibe, **B** Leydener Flaschen, **C** Elektrodenstangen, **D** Ausgleichs- und Querkonduktor, **E** Einsauger, **F** Unterbrecher für

Funkenstrecke, **G** Hartgummibalken, **H** Kordelschraube zur Befestigung des Hartgummibalkens **G**, **J** Ausschalter der Leydener Flaschen, **K** Klemmen für Entnahme von Wechselstrom, **L** Handgriff für den Querkonduktor **D**, **M** Feststellschraube für den Querkonduktor **D**, **N** einstellbarer Anschlag für den Scheibenhalter **P**, **O** Feststellschraube für den Scheibenhalter **P**, **P** Scheibenhalter, verstellbar, **R** Scheibenträger auf dem Grundbrett, verstellbar, **S** Saugpinsel der festen Scheibe, verstellbar, mit abschraubbarer Hartgummikappe, **U** Haken für die Stromabnahme.

Der Ausschalter der Leydener Flasche.

Bei allen Maschinen ist der Flaschen-ausschalter neuerdings so angebracht, daß die Ausschaltung nicht mehr bei der äußeren, sondern bei der inneren Belegung stattfindet; durch Abhebung des Hebels **J** ist die Verbindung mit der Stromquelle unterbrochen, und die Wirkung der Flaschen tritt völlig außer Kraft.

Bei den 18 und 20 cm Größen wird die Ausschaltung durch Drehung der kleinen Bügel, die an den Enden des Hartgummibalkens sitzen, bewirkt.

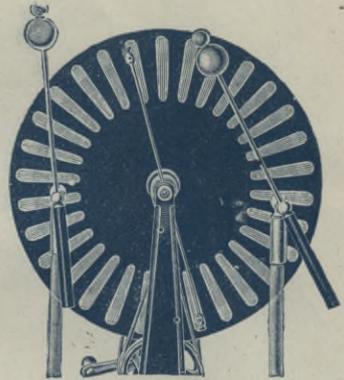
Auf jeden Fall drehe man die Elektrodenstangen vor der Ausschaltung der Flaschen so, daß sich letztere entladen können, da man sonst leicht einen unangenehmen Schlag erhalten kann.

Die Entnahme von Wechselstrom.

Die Größen von 25 cm an besitzen auf dem Grundbrett zwei Klemmen, die die äußere Belegung der Leydener Flaschen bewirken. Gewöhnlich müssen beide Klemmen direkt miteinander verbunden sein.

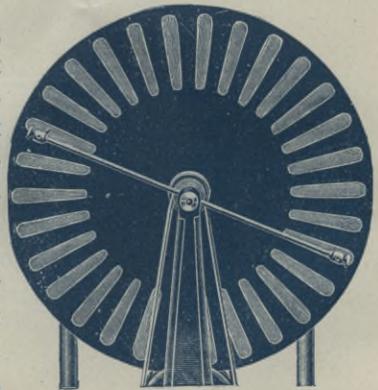
Will man Wechselstrom entnehmen, so stellt man die Elektrodenstangen oben dicht zusammen, so daß nur ein kleiner Funke überspringen kann. Jedem Funken oben entspricht ein Funke unten, der aber jetzt nicht Gleichstrom wie oben, sondern Wechselstrom ergibt. Mit letzterem kann man wohl Röntgenröhren betreiben wie auch Blitztafeln, Geißleröhren etc., nicht aber Versuche, die auf Anziehung und Abstoßung beruhen. Man kann also nicht mit dem Kugeltanz arbeiten; das Papierbüschel geht nicht; das Glockenspiel auch nicht usw. Auch lassen sich Leydener Flaschen nicht laden.

Man kann jetzt also sehr schöne Kontrollversuche mit beiden Arten von Elektrizität ausführen.



Die Stellung der Konduktoren und des vorderen Querkonduktors zur Erzielung langer Funken.

Der negative Pol muß fast senkrecht stehen, wenn der negative Pol auf der anderen Seite ist, dann ist die Stellung also entgegengesetzt, als wie die Abb. zeigt. Fig. 16.



Die Stellung des hinteren Querkonduktors (auf der Seite der Kurbel) zur Erzielung größerer Mengen Elektrizität bei kleinerer Funkenlänge. Zum Experimentieren also fast immer so stellen wie das Bild zeigt. Fig. 17.

Die größte FUNKENLÄNGE,

$\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ vom Durchmesser der Scheiben, erhält man, wenn die **negative Elektrode senkrecht** steht, und muß dann die Regulierung der Funkenlänge mit der positiven Elektrode erfolgen. **Man muß mit kleinen Funken anfangen und diese dann ganz allmählich vergrößern.**

Die Elektrodenkugeln müssen hierbei vorher sehr sauber abgerieben werden, die Scheiben sehr rein und überhaupt sämtliche Teile staubfrei sein.

Man beachte, daß die größte Funkenlänge nur bei genauer Befolgung aller Vorschriften zu erreichen ist und im übrigen auch immer etwas Übung dazu gehört, resp. genaues Verständnis.

Es erübrigt nun noch, auf einige besondere Vorsichtsmaßregeln aufmerksam zu machen.

Die Influenzmaschine muß an einem vollständig trockenen und möglichst dunklen Ort aufbewahrt werden, dabei darf man sie aber nicht an den warmen Ofen stellen, damit sich die Scheiben nicht krümmen und sich alsdann beim Drehen teilweise berühren.

Wenn nach längerem Gebrauch, d. h. auch nach längerem Stehen, die Maschine nicht mehr oder ungenügend funktionieren sollte, müssen die Scheiben sorgfältig gereinigt werden. Zu diesem Zwecke ist sie auseinander zu nehmen.

Man nimmt zunächst die Konduktorgarnitur ab, streift dann die Ledersehnur von den Rädern und schraubt die beiden Schrauben oben an den beiden Ständern heraus, wobei man die Scheiben mit den Rollen und die Arme mit den Bürsten halten muß, damit sie nicht herunterfallen.

Man legt die Scheiben auf den Tisch, reibt sie kräftig auf beiden Seiten mit einem Lappchen mit einem Brei von **reinem Alkohol** und **Wiener Kalk** ab und trocknet sie mit einem möglichst staubfreien Tuche, das man sich vorteilhafterweise lediglich zu diesem Zweck in einer gutschließenden Schachtel aufbewahrt. Die Leydener Flaschen werden trocken abgerieben. Auch empfiehlt es sich, dieselben während des Betriebes der Maschine öfters mit einem trockenen Tuche abzuwischen, weil durch den sich ansetzenden Staub eine nicht geringe Menge Elektrizität abgeleitet, und die Leistungsfähigkeit der Maschine dadurch geschwächt wird. Da die Glasteile einen Lacküberzug haben, dürfen sie nur mit einem trockenen und weichen Tuche abgewischt werden.

Nachdem auch die übrigen Teile der Maschine gereinigt worden sind, setzt man sie genau so zusammen, wie sie auseinander genommen wurde. Beim Ölen der Wellen sei man sehr vorsichtig, sauber und sparsam, damit nicht ein Überschuß des Schmiermittels beim Drehen abgeschleudert wird und sich an die inneren Seiten der Scheiben setzt. Es hilft dann weiter nichts, als die Scheiben wieder abzunehmen und zu reinigen.

Die Ausgleichskonduktoren müssen einander kreuzweise gegenüber stehen, und zwar von links oben nach rechts unten, wie es auch die Abbildungen zeigen. **Die Bürsten derselben müssen die Scheiben berühren.**

Der Treibriemen der hinteren Scheibe, das ist die Scheibe bei der Kurbel, muß gerade laufen, der der anderen kreuzweise. Andernfalls funktioniert die Maschine nur, wenn man links herum dreht.

Sollte sich die Maschine bei sehr feuchter Witterung nicht gleich erregen, so drehe man anfänglich jeden der beiden Ausgleichskonduktoren nach links und, wenn die Maschine angesprochen hat, wieder zurück, da die Wirkung am besten ist, wenn die Ausgleichs- und Hilfskonduktoren möglichst weit von den Hauptkonduktoren abstehen. Sie können deshalb fast senkrecht stehen, doch wird man sehr bald die vorteilhafteste Stellung herausfinden.

Hinsichtlich der Starkstrommaschine für Motorbetrieb sei noch bemerkt, daß man sie nach Abstellung des Motors auslaufen lassen muß und sie nicht plötzlich anhalten darf, weil sich sonst die Scheiben loslösen könnten.

Wer sich mit seiner Maschine ordentlich vertraut gemacht hat, wird den Grund etwaiger Störungen bald herausfinden und ihn zu beseitigen wissen.

36. Versuch. Die Pole der Maschine erkennt man daran, daß die negative Elektrode bei wagerechter Stellung ein scharfes Sausen hören läßt, was bei der positiven nicht der Fall ist. Damit ist aber nicht gesagt, daß die so aufgefundenene negative Elektrode immer der negative Pol ist, denn die Maschine wechselt zuweilen ihre Pole, jedoch nicht, wenn sie in Funktion ist.

37. Versuch. Man ladet ein Elektroskop mit der Elektrizität irgend einer der beiden Elektroden und nähert dann dem Elektroskop einen geriebenen Kautschukstab. Stoßen sich die Kugeln oder Goldblättchen noch weiter ab, so ist der Pol, durch den das Elektroskop geladen worden ist, der negative Pol. Fallen dagegen die Kugeln oder Goldblättchen zusammen, so war das Elektroskop positiv geladen.

38. Versuch. Nachdem die beiden Elektrodenkugeln miteinander in Berührung gebracht sind, fassen wir sie an, ziehen sie auseinander und lassen nun die Maschine drehen. Wir verspüren entweder nichts oder so gut wie nichts, da die beiden Elektrizitäten ungehindert durch unsern Körper ineinander fließen.

39. Versuch. Wir wiederholen den Versuch und entfernen dann die eine Hand ein wenig von der Elektrodenkugel. Es springt dann von dieser zur Hand ein Funken über, der ein eigentümliches Jucken hervorruft.

Je größer die Entfernung zwischen der Hand und der Elektrode ist, um so kräftiger ist der Funken, da sich in letzterer immer eine bestimmte Menge Elektrizität ansammeln muß, ehe eine Entladung erfolgen kann, und diese ist selbstverständlich um so größer, je größer die isolierende Luftschicht ist.

40. Versuch. Wir verbinden die eine Elektrode durch eine Metallkette oder einen durchnäßten dicken Bindfaden mit der Erde, am besten mit der Gas- oder Wasserleitung. Die andere Elektrode drehen wir nach oben. Drehen wir jetzt die Maschine oder lassen sie drehen und nähern einen Fingerknöchel oder irgend einen Teil der Hand der nicht abgeleiteten Elektrode, und zwar immer am besten der Kugel, so springt ein Funken über, da auch jetzt eine Vereinigung der beiden Elektrizitäten durch unsern Körper erfolgen kann.

41. Versuch. Wir wiederholen den 39. Versuch, schalten aber mittels des Hebels J eine Funkenstrecke von etwa $\frac{1}{2}$ cm ein. Die Funken, welche jetzt beim Drehen der Maschine von der oberen Elektrode zum Finger überspringen, erfolgen in größeren Zwischenräumen, sind aber dafür viel kräftiger als vorher, da sich **wegen der eingeschalteten Funkenstrecke** die Elektroden viel stärker laden müssen.

42. Versuch. Die Wirkung der Maschine auf unseren Körper wird ganz bedeutend erhöht, wenn wir die beiden Zylinder aus Messing, Fig. 25, die sogenannten Handhaben benutzen. Wir verbinden sie mittels Ketten mit den Elektrodenstangen, schalten aber keine Funkenstrecke ein. Nehmen wir jetzt die Handhaben in die Hände und halten sie so, daß die Ketten weder einander noch irgend einen leitenden Gegenstand berühren, und lassen die Maschine drehen, so verspüren wir nichts. Es ist genau so, wie im 37. Versuche.

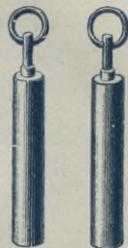


Fig. 25.

43. Versuch. Wir wiederholen den Versuch mit der Abänderung, daß wir eine Funkenstrecke einschalten. Jedesmal, wenn ein Funken überspringt, erhalten wir einen Schlag, der um so heftiger wird, je größer die eingeschaltete Funkenstrecke ist.

Bringt man während des Ganges der Maschine beide Handhaben miteinander in Berührung, so verspüren wir beim Überspringen der Funken nichts, da die Elektrizität den bequemeren Weg von einem Zylinder direkt zum andern und nicht den Umweg durch unsern Körper einschlägt.

FUNKENBILDUNG.

Wir wissen bereits, daß dann ein elektrischer Funken entsteht, wenn die Elektrizität von einem Leiter zu einem andern durch einen Luftraum springt, und das wollen wir noch durch einige ganz interessante Experimente zeigen.

44. Versuch. An das Stativ des Elektroskops hängen wir die rechteckige Blitztafel, Fig. 27, oder setzen auf das Universalstativ die größere quadratische Blitztafel, Fig. 28. Beide Elektroden der Maschine werden so weit nach unten gedreht, daß sie den Stromunterbrecher berühren. Von dem Haken desselben führen wir eine Kette nach dem Stativ und die andere nach der Tafel, so daß sie sich weder gegenseitig, noch einen Leiter berühren. Drehen wir nun die Maschine, so springen zwischen den einzelnen Stanniolblättchen Funken über, was besonders im Dunkeln sehr hübsch aussieht.

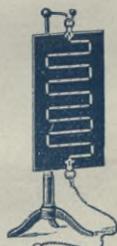


Fig. 27.

Schaltet man eine Funkenstrecke ein, so werden die Funken verstärkt.

45. Versuch. Ganz ähnlich wie die Blitztafel ist die Blitzröhre. Auf eine Glasröhre sind Stanniolstückchen in Form einer Spirale aufgeklebt. Man stecke dieselbe auf das Universalstativ, Fig. 29, und setze die Maschine in Tätigkeit.

- 46. Versuch.** Man reihe auf einen Seidenfaden abwechselnd Glas- und Metallperlen, man erwärme die Schnur und schalte sie dann zwischen die Elektroden. Beim Drehen der Maschine springen Funken von einer Metallperle zur andern über.

Man kann ganze Namenszüge in Form elektrischer Funken herstellen, wenn man eine solche Perlenschnur mittels Seide auf Seidenzeug aufnäht. Es läßt sich so beispielsweise an einem Geburtstage der Name des Geburtstagskindes in sehr effektvoller Weise darstellen.



Fig. 28.

- 47. Versuch.** Man streue auf eine Glastafel Eisenfeilspäne, verbinde dieselben mit der einen Elektrode der Maschine, leite die andere zur Erde ab und drehe die Maschine. Im Dunkeln sieht man dann herrliche Blitzlinien.

- 48. Versuch.** Man halte ein mit Wasser gefülltes Glas so unter die eine Elektrodenkugel, daß dieselbe die Oberfläche des Wassers beinahe berührt, und leite die andere Elektrode zur Erde ab.

Da das Wasser ein Leiter der Elektrizität ist, so springen beim Drehen der Maschine elektrische Funken mit eigenartigem Geräusch in das Wasser über.

Elektrizität erzeugt Wärme.

- 49. Versuch.** In einen Löffel gieße man etwas Schwefeläther und nähere den in der Hand gehaltenen Löffel der einen Elektrodenkugel, so wie es Fig. 30 zeigt, während die andere Elektrode zur Erde abgeleitet ist. Sobald ein Funke in den Äther springt, entzündet sich dieser.

Noch besser gelingt der Versuch, wenn man in den Löffel ein Stück mit Äther getränkte Watte legt.

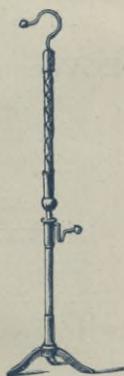


Fig. 29.

- 50. Versuch.** Hat man Leuchtgas zur Hand, so stecke man in einen Gas-schlauch irgend einen Brenner. Hält man diesen so zwischen die beiden Elektroden, daß die Elektrizität durch das ausströmende Leuchtgas hindurch gehen **muß**, so entzündet sich dasselbe beim Drehen der Maschine auf alle Fälle.

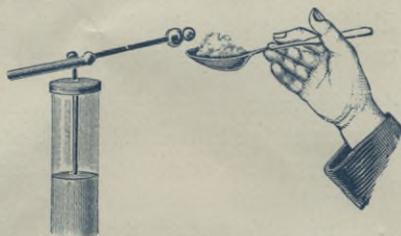


Fig. 30.

- 51. Versuch.** Die beiden Haken des elektrischen Mörsers, Fig. 31, werden mit den Elektroden der Maschine verbunden, so daß beim Drehen der Maschine im Innern des Mörsers ein kräftiger Funke überspringt. Durch dessen Wärme wird die Luft im Mörser so stark ausgedehnt, daß die ziemlich **fest aufgelegte** Holundermarkkugel in die Luft geschleudert wird.

Noch besser gelingt der Versuch, wenn man eine Leydener Flasche einschaltet. Man verbindet die äußere Belegung der Flasche mit der Maschine, die innere Belegung mit dem einen Haken des Mörsers und leitet die andere Elektrode zur Erde ab. Nach einigen Um-



Fig. 31.

drehungen der Maschine ist die Flasche genügend geladen, und man entladet sie mit dem Entlader, den man an die äußere Belegung der Flasche und an den freien Haken des Mörsers legt.

52. Versuch. Fig. 32 zeigt einen Zündapparat. Man verbindet die äußere Belegung der Flasche mit dem Haken des Stativs, die innere Belegung mit der einen Elektrode der Maschine und leitet die andere Elektrode zur Erde ab. Auf die kleine Säule rechts in der Figur legt man eins von den dem Apparate beigefügten Zündblättchen so, daß es von dem oberen Draht leicht federnd gehalten wird. Wenn die Flasche geladen ist, stellt man schnell die Verbindung ihrer inneren Belegung mit der am seitlichen Stabe des Apparates befindlichen Kugel her, und zwar so, daß man den Entlader erst an die Kugel des Apparates und dann den andern Arm an die Kugel der Flasche legt. Jetzt schlägt der Funke durch das Zündblättchen und entzündet dasselbe. Wenn dies nicht beim ersten oder zweiten Funken geschieht, dann muß man ein neues Blättchen nehmen.



Fig. 32.

Es lassen sich nicht alle im Handel befindlichen Zündblättchen benutzen. Die zu diesem Versuch geeignetsten erhält man in einem Waffengeschäft.

Da manchmal ein Umherspritzen der Zündmasse stattfindet, trete man beim Entladen der Flasche so weit als möglich vom Apparate zurück.

Elektrische Abstoßung.

53. Versuch. Auf das Universalstativ setzt man das in der Sammlung befindliche Papierbüschel Fig. 33. Die eine Elektrode verbindet man mit dem Stativ und die andere mit der Erde. Funktioniert die Maschine, so stoßen sich die einzelnen Papierstreifen gegenseitig ab nach dem bereits bekannten Gesetz.



Fig. 33.

54. Versuch. Wir wiederholen den Versuch und lassen die Maschine nach einigen Umdrehungen still stehen. Die Papierstreifen fallen langsam zusammen. Offenbar müssen sie ihre Elektrizität verlieren und warum? — Das werden wir weiter unten erfahren.

55. Versuch. Wir wiederholen den Versuch noch einmal und bringen, während die Maschine funktioniert, unsere Hand in die Nähe des Büschels. Die Streifen werden nach dem bereits bekannten Gesetz von unserer Hand angezogen.

56. Versuch. Wir wiederholen den Versuch mit der Abänderung, daß wir einen Büschel von gesponnenem Glas auf das Stativ setzen. Während des Ganges der Maschine stoßen auch die Glasfäden einander ab, woraus man sieht, daß auch das Glas kein absoluter Nichtleiter der Elektrizität ist.

57. Versuch. Wir setzen das Quadrantelektrometer, Fig. 34, auf das Stativ, verbinden dasselbe mit der einen Elektrode der Maschine, leiten die andere ab und drehen die Maschine. Der



Fig. 34.

Versuch gelingt aber nur, wenn der Celluloidstreifen, an dem die Kugel befestigt ist, nicht verbogen ist. Andernfalls muß man ihn durch die Handwärme etwas geschmeidig machen und ihn dann so biegen, daß er mit der Skala parallel läuft.

Selbstverständlich kann man eine genaue Messung der Elektrizität mit diesem einfachen Meßapparat nicht ausführen.

- 58. Versuch.** Wir setzen den Sandapparat, Fig. 35, auf das Stativ und verfahren so wie im vorigen Versuch. Wenn die Maschine in Tätigkeit gesetzt ist, wird der völlig trockene Sand, der frei von fremden Bestandteilen sein muß, langsam in den Trichter geschüttet. Um ihn aufzufangen, wird das Ganze auf einen Papierbogen gestellt.



Fig. 35.

Elektrische Anziehung und Abstoßung.

- 59. Versuch.** Fig. 36 zeigt das kleine elektrische Glockenspiel.

Die eine Elektrode der Maschine verbindet man mit der linken Glocke und die andere mit dem Stativ. Nach wenigen Umdrehungen kommt das Glockenspiel in Gang, andernfalls braucht man die Kugel nur einmal anzustoßen. Das Läuten dauert, nachdem man die Maschine angehalten hat, noch einige Zeit fort.

Nehmen wir an, der linken, isolierten Glocke würde positive Elektrizität zugeführt. Dann wird die Kugel angezogen, positiv elektrisch geladen, infolgedessen abgestoßen und zugleich von der rechten Glocke, die von der Maschine aus negative Elektrizität erhält, angezogen. Durch die Berührung mit dieser verliert sie zunächst ihre positive Elektrizität und wird dann negativ elektrisch. Sie wird deshalb jetzt von der rechten Glocke abgestoßen und von der linken angezogen und so fort. Wenn die Maschine außer Tätigkeit gesetzt worden ist, bewegt sich die Kugel so lange von einer Glocke zur andern, bis zwischen denselben die elektrische Spannung ausgeglichen ist.



Fig. 36.

- 60. Versuch.** Figur 37 zeigt ein größeres Glockenspiel. Die mittelste Glocke ist isoliert. Die 4 Kugeln sind ebenfalls isoliert aufgehängt. Die eine Elektrode der Maschine verbindet man mit dem Stativ, und die andere leitet man zur Erde ab. Beim Drehen der Maschine wird die isolierte Glocke elektrisch. Sie zieht infolgedessen die unelektrischen Kugeln an, gibt ihnen dieselbe Elektrizität und stößt sie dann ab. Treffen sie an die äußeren Kugeln, so wird ihre Elektrizität nach der Erde abgeleitet, und da sie dadurch wieder unelektrisch werden, werden sie von der mittleren Glocke wieder angezogen und abgestoßen und so fort.



Fig. 37.

- 61. Versuch.** Den elektrischen Kugeltanz zeigt Fig. 38. Die eine Elektrode der Maschine wird mit dem Stativ, die andere mit dem Ringe verbunden. Das Glas muß mit einem weichen Tuche trocken gerieben werden.



Fig. 38.

62. Versuch. Die rotierende Scheibe, Fig. 39. Die Maschine wird mit den beiden Haken verbunden. Durch Ausstrahlung der Elektrizität aus den Spitzen wird die Hartgummischeibe an den betreffenden Stellen elektrisch, wodurch eine Abstoßung, resp. Anziehung hervorgerufen wird, infolgedessen die Scheibe in äußerst schnelle Rotation gerät.



Fig. 39.

63. Versuch. Fig. 40 zeigt den elektrischen Motor. Dieser kleine Apparat kann mit und auch ohne Stativ gebraucht werden. Die Ketten werden an die Haken der kleinen Konduktoren befestigt. Man achte darauf, daß von den Ketten keine Funken nach der vernickelten Grundplatte überspringen, und drehe man zuerst die Influenzmaschine ganz langsam. Wenn nötig, muß der Stern ganz wenig angestoßen werden. Die Metallkugeln des Sternes werden angezogen und, da nun gleichnamig elektrisch, wieder abgestoßen. Der Stern pendelt zuerst ein paarmal hin und her; diese Bewegung wird bald größer und größer und geht endlich in äußerst schnelle Rotation über. Im Dunkeln sieht man kleine Fünkchen nach dem Stern überspringen, und die Elektrizitäten gleichen sich aus, indem die Kugeln des Sternes dieselbe von einem Pol zum andern führen.



Fig. 40.

und die Kugel
64. Versuch. Ein sehr hübsches Experiment ist das mit der laufenden Kugel, Fig. 41. Der Hartgummibalken muß vollkommen wagerecht stehen, damit die Kugel keine Neigung hat, von selbst nach einer Seite zu rollen; auch darf die Laufrinne nicht staubig sein. Verbindet man nun die beiden Endpole des Apparates mit der Maschine, so wird die Kugel von einem Pol angezogen werden, erhält dadurch die gleichnamige Elektrizität und wird infolgedessen auch sofort abgestoßen, worauf sie vom andern Pol angezogen wird, und sich das Spiel fortwährend wiederholt.

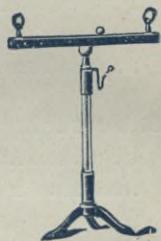


Fig. 41.

65. Versuch. Der abstoßende Ring, Fig. 42. Man stelle beide Ringe in eine Richtung ein, aber so, daß sich der innere leicht drehen kann, was durch die obere Spitzschraube erreichbar ist. Elektrisiert man nun den Apparat, so stellt sich der innere Ring rechtwinklig zum äußern ein.

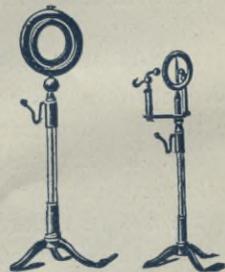


Fig. 42. Fig. 43.

66. Versuch. Der rotierende Ring, Fig. 43. Der Metallring wird so auf die Spitze gesetzt, daß er leicht drehbar ist, und die beiden Pole werden so eingestellt, daß der Ring nicht daran vorbei rotieren kann; nun werden beide Pole mit der Maschine verbunden und eventuell der Ring leicht angestoßen, worauf er in schnelle Rotation gerät.

67. Versuch. Fig. 44 zeigt die Anordnung des elektrischen Kugellaufs. Die eine Kette wird mit dem Stativ und die andere mit dem Ring an der kleinen Säule verbunden. Der obere Metallring ist von der unteren Metallplatte durch Hartgummi isoliert. **Die Glas-kugel, die sehr sauber und vollständig trocken gerieben werden muß, wird an der Stelle, wo sie mit dem Metall in Berührung kommt, elektrisch und infolgedessen abgestoßen und rotiert nun äußerst schnell im Kreise herum. Es dürfen keine Funken zwischen dem oberen Ring und der ver-nickelten Platte überspringen.** Die Influenzmaschine darf nur langsam gedreht werden, und die Elektrodenkugeln müssen an dem Unterbrecher ganz anliegen.

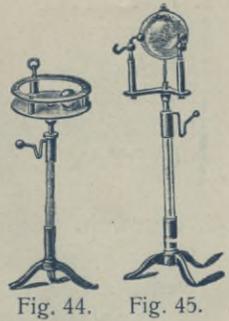


Fig. 44.

Fig. 45.

68. Versuch. Sehr schön ist das Experiment mit der rotierenden Kugel, Fig. 45, insofern dieselbe irgend zwei Hauptfarben zeigt, die dann bei der Rotation in tadelloser Weise die entsprechende Mischfarbe geben. Die Maschine wird mit dem Stativ und dem Apparat verbunden, wie aus der Figur ersichtlich ist, und müssen die beiden Pole des letzteren so gedreht werden, daß sie fast ganz an die Kugel heranreichen, ohne sie zu berühren.

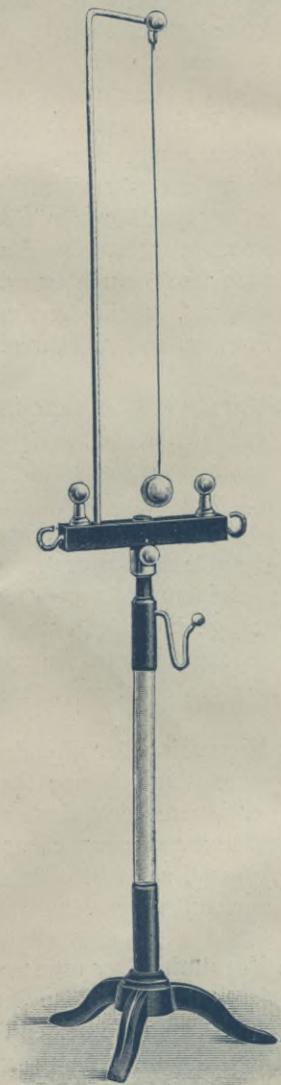
69. Versuch. Figur 46 zeigt ein elektrisches Pendel. Man verbindet die Elektroden der Maschine mit den beiden Haken des Aufsatzes und setzt sie in Gang. Das Pendel schwingt dann nicht in einer Ebene hin und her, sondern in ganz verschiedenen Richtungen und wird dadurch sehr interessant.

Sitz der Elektrizität.

70. Versuch. Man setzt den Messingring mit den zwei Doppelpendeln, Fig. 47, auf das Stativ, verbindet letzteres mit der Maschine und leitet die andere Elektrode derselben zur Erde ab. Dreht man die Maschine, so stoßen sich die beiden äußeren Pendel ab, während die inneren dies nicht tun, ein Zeichen, daß sich die Elektrizität nur an der Oberfläche der Körper ansammelt. Je



Fig. 47.



Die pendelnde Kugel.
Fig. 46.

*ohne
fortsetzen*

größer demnach die Oberfläche eines elektrischen Körpers ist, um so mehr ist die Elektrizität verteilt, und um so geringer ist deshalb ihre Spannung. Umgekehrt ist die Spannung der Elektrizität um so größer, je kleiner die Oberfläche eines Körpers ist. Am kleinsten ist sie dort, wo der Körper punktförmig ist, d. h. wo er in eine Spitze ausläuft, wie uns der folgende Versuch zeigen wird.

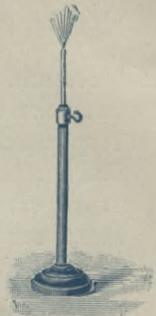


Fig. 48.

71. Versuch. Auf das Stativ stecke man die in der Sammlung befindliche Messingspitze, Fig. 48, verbindet das Stativ mit der einen Elektrode der Maschine und leite die andere ab. Wird die Maschine gedreht, so bemerkt man an der Messingspitze ein sausendes Geräusch. Dasselbe wird stärker, wenn wir die Hand dicht darüber halten. Auch fühlen wir deutlich einen Luftzug. Im Dunkeln sehen wir ein elektrisches Lichtbüschel, **das St. Elmsfeuer.**

72. Versuch. Man setze auf die Spitze das elektrische Flugrad, Fig. 49, und verfare ganz so wie im vorigen Versuch. Da die Elektrizität aus den Spitzen ausströmt, so wird die Luft vor derselben mit der gleichnamigen Elektrizität geladen, wodurch eine so starke Abstoßung stattfindet, daß sich das Flugrad dreht.

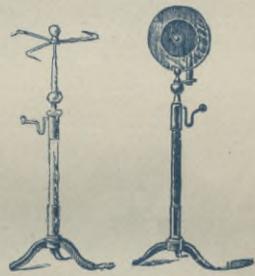


Fig. 49.

Fig. 50.

73. Versuch. Fig. 50 zeigt uns den sogenannten Ausstrahlungsapparat.

Das Experiment muß im verdunkelten Raume vorgenommen werden. Man verbindet den Haken des Stativs und den Ring auf der kleinen Hartgummisäule mit der Maschine **und muß nun die Funkenstrecke so regulieren, bis die beste Wirkung beobachtet wird.**

Es muß zwischen der Kupferplatte und dem Drahting ein aus elektrischen Strahlen gebildeter Kreis erscheinen; wenn nur einzelne kräftige Funken überspringen, dann ist die Stellung der Elektrodenstangen nicht richtig.

74. Versuch. Fig. 51 zeigt die Versuchsanordnung zum Nachweis der Saugwirkung einer Flamme. Die eine Leitungskette der Maschine führt man nach dem Drahtnetz a und die andere zur Erde. Den Docht-halter der Spiritus-

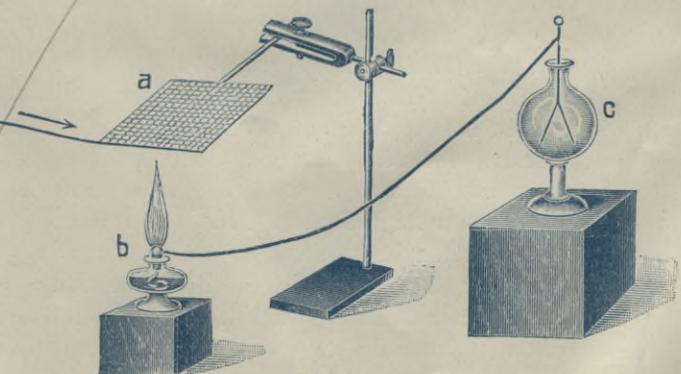


Fig. 51.

lampe b verbindet man mittels einer Kette oder eines Drahtes mit dem Elektroskop c. Sobald die Maschine funktioniert, zeigt das Elektroskop eine Ladung an. Dieses Experiment veranschaulicht zugleich die Wirkungsweise des Blitzableiters.

75. Versuch. Der Blitzableiter wird durch Fig. 52 veranschaulicht. Man bringt in den Teller einige Tropfen Schwefeläther, verbindet den Haken des Stativs mit der Erde, schraubt die die Auffangstange darstellende Spitze ab und nähert den Knopf der Leydener Flasche der oberen Kugel des Apparates. Der überspringende Funke wird den Äther entzünden.

Schraubt man nun die Auffangstange auf, verbindet sie leitend mit der Erde und nähert die Leydener Flasche der Spitze, so entzündet sich der Äther nicht, denn die Flasche entladet sich allmählich, und die Elektrizität geht von der Stange aus direkt in die Erde.

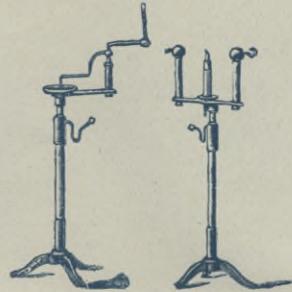


Fig. 52.

Fig. 53.

76. Versuch. Dieser Versuch soll uns zeigen, daß die positive Elektrizität zur negativen strömt und nicht umkehrt. Die beiden Kugeln des Apparates, Fig. 53, werden mit der Maschine verbunden, und das Licht wird so eingestellt, daß die Flamme in gleicher Höhe mit den Kugeln steht.

Um mit diesem Apparat gleichzeitig den elektrischen Wind nachweisen zu können, ist eine Extrakugel mit Spitze beigegeben. Man nimmt beide Kugeln vom Apparat ab und setzt dafür die Kugel mit der Spitze auf. Bei richtiger Stellung der Flamme kann man diese leicht zum Erlöschen bringen.

Elektrische Hauchbilder.

77. Versuch. Ein sehr interessanter Versuch läßt sich mit dem Apparat Fig. 54 ausführen. Auf die kleine Hartgummisäule mit der Spitze innen wird eine kleine Geldmünze gelegt, auf diese die beigegebene Glastafel und auf diese wieder eine Münze. Das Ganze wird durch die Feder des verschiebbaren Stabes festgehalten. Nun verbindet man das Stativ und den Ring oben am Apparat mit der Maschine und läßt zwischen den beiden Münzen, über die Glastafel hinweg, Funken überspringen. Dieses muß mehrere Minuten lang geschehen, z. B. bei einer kleinen 20 cm-Maschine fünf Minuten. Nimmt man jetzt das Glas weg und haucht auf die betreffenden Stellen, so sieht man den genauen Abdruck der Münze. Man kann auch aus Stanniol Buchstaben oder Namen auf das Glas auflegen etc. In diesem Falle muß die untere Seite des Glases auch so weit mit Stanniol belegt werden. Der Abdruck hält sich monatelang, wenn er nicht kräftig fortgewischt wird, und kommt immer wieder zum



Fig. 54.

Vorschein. Zu beachten ist, daß das Glas recht sauber gerieben wird, womöglich mittelst etwas Kreide, und gelingt es besser, wenn man es vor dem Auflegen der Münze anhaucht.

Die Elektrizität als Luftreiniger.

78. Versuch. Der Versuch mit dem Apparat Fig. 55 ist ebenfalls hochinteressant. Man zünde die beiden Räucherkerzen an und setze das Glas wieder darüber. In 1–2 Minuten ist das Glas mit Rauch gefüllt, und erlöschen die Kerzen. Jetzt verbinde man die obere Spitze mit der einen und die unteren Spitzen mit der anderen Elektrode. Wird nun die Maschine in Tätigkeit gesetzt, so fängt der Rauch an zu wirbeln und verschwindet fast augenblicklich. Nach mehrmaligem Wiederholen fängt das Glas an, trübe zu werden, indem sich der Rauch dort als klebrige, bräunliche Masse niederschlägt. Das Glas muß nun gereinigt werden, und zwar am besten mit Spiritus.



Fig. 55.

Hier spielen wie beim Flugrad die Staubteilchen der Luft eine große Rolle. Würde man der Luft den Staub entziehen, z. B. durch Filtrieren mit Baumwolle, so würde der Versuch nicht gelingen, da die Luft dann keine Elektrizität annehmen würde. Diese Versuche wurden bereits in England und Deutschland in Bergwerken nutzbar zu machen gesucht, jedoch, wie es scheint, ohne Erfolg; trotzdem erscheint es nicht ausgeschlossen, daß dieser Apparat, wenn auch in anderer Form, noch eine Zukunft hat.

Die hüpfende Spirale.

79. Versuch. Man stelle das Stativ mit der Spirale Fig. 56 so dicht an die Maschine heran, daß man die Verbindung mit der Maschine nicht mit einer Kette, sondern mittels eines kleinen Entladers vornehmen kann. Nun lege man, während die Maschine im Gange ist, den Entlader von dem einen Pol der Maschine nach dem Haken des Stativs, worauf sofort eine Verlängerung der Spirale eintritt; sofort unterbricht man nun die Verbindung, indem man den Entlader von dem Apparat abhebt, und sorgt dann die an der Spirale angebrachte Spitze für die Entladung und die dadurch bedingte Zusammenziehung. Wenn man nun im Moment der Zusammenziehung wieder Strom gibt, so beginnt das Spiel wieder, und schließlich hüpfert die Spirale so stark, daß das untere Ende auf den Tisch aufschlägt. Es kommt darauf an, daß man den richtigen Takt einhält, in dem die Spirale schwingen will, und gehört eine leichte Übung dazu.

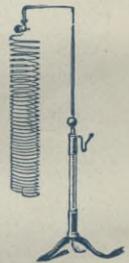


Fig. 56.

Isolierung einer Person.

Vielfach wird angeraten, sich zu den nachfolgenden Versuchen selbst einen Isolierschemel zu bauen, und zwar dadurch, daß man auf vier gleiche,

dickwandige Glasflaschen, etwa Champagnerflaschen, ein entsprechend großes und genügend dickes Brett legt. Ich mag mich aber auf ein so wackeliges Ding nicht stellen und empfehle vielmehr **dringend**, sich einen etwa von der Form Fig. 57 vom Mechaniker zu kaufen. — Übrigens kann man sich auch durch Gummischuhe isolieren.

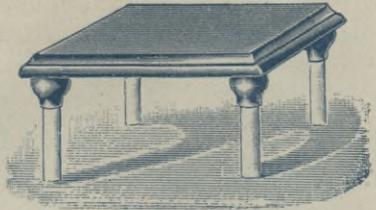


Fig. 57.

80. Versuch. Die auf dem Isolierschemel stehende Person erfasse die zu einer Elektrode der Maschine führende Kette, während die andere Elektrode abgeleitet ist. Wird die Maschine in Gang gesetzt, so sträuben sich die Haare der isolierten Person in gleicher Weise und aus gleichem Grunde wie die Papierstreifen des Büschels Fig. 33. Alle Versuche, welche wir mit letzterem ausführten, können wir auch hier anstellen. So bewegen sich z. B. die Haare einer über den Kopf gehaltenen Hand*) entgegen usw.

81. Versuch. Wiederum werde eine isolierte Person mit Elektrizität „geladen“. Dann nähere ein anderer den Knöchel des Zeigefingers der rechten Hand der isolierten Person: Es springt ein kleiner Funke über, welcher Vorgang am besten das Vorhandensein der Elektrizität in dem isolierten Körper beweist, denn der Versuch gelingt noch einige Zeit nachdem der auf dem Isolierschemel Stehende die Leitungskette der gedrehten Maschine losgelassen hat.

82. Versuch. Wir nähern uns mit einem Löffel voll Schwefeläther der isoliert stehenden elektrischen Person. Würde letztere einen Finger dicht an den Äther bringen, so würde sich dieser entzünden. Um aber eine Verbrennung zu verhüten, möge die isolierte Person lieber die Metallspitze unserer Sammlung dem Äther nähern: Der überspringende Funke wird diesen entzünden.

Da der Versuch 80 uns beweist, daß der isolierte Körper auch nach Aufhören der Elektrizitätszuführung noch einige Zeit geladen bleibt, so kann man in diesem Fall die isolierte Person als „Elektrizitätssammler“ bezeichnen, wie dies in beschränktem Maße auch mit dem Elektroskop der Fall ist. Solche Sammler bezeichnet man mit dem Namen **Konduktoren**.



Fig. 58.

Lichtenbergsche Figuren.

83. Versuch. Wir laden eine Leydener Flasche beispielsweise mit positiver Elektrizität, stellen sie dann auf den Tisch und halten eine sorgfältig geputzte Glasscheibe auf ihren Knopf so, wie die Fig. 58 zeigt. Dann streut man mit der andern

*) Natürlich darf die isolierte Person nicht selbst die Hand über den Kopf halten, vielmehr muß dies ein anderer tun, denn die Haare bewegen sich ja nur nach einem Leiter hin, welcher mit der Erde in Verbindung steht.

Hand Bärlappsamen oder ein Gemenge von Schwefelblumen und Mennige aus einem Mullbeutel auf die Platte.

Das Pulver sammelt sich an ganz bestimmten Stellen an und bildet eine vielfach verästelte Figur, deren Strahlen von dort ausgehen, wo der Knopf der Flasche die Scheibe berührt.

84. Versuch. Man wiederhole den Versuch mit der Abänderung, daß man die Flasche mit negativer Elektrizität ladet. Diesmal entstehen auf der Platte rundliche Flecke, die eine weit geringere Ausdehnung haben als die positive Staubanordnung.

Da die Maschine während des Ganges ihre Pole nicht wechselt, ist es gar nicht nötig, vorher die Pole festzustellen, sondern man halte zwei Glastafeln bereit, lade die Flasche erst aus der einen Elektrode und führe den Versuch aus, während ein anderer die Maschine ununterbrochen dreht. Dann entlade man die Flasche vollständig, lade sie dann wieder aus der andern Elektrode, führe den Versuch aus und betrachte nun erst die Figuren.

Nach dem Göttinger Professor Lichtenberg, der sie im Jahre 1777 entdeckte, nennt man diese Figuren die **Lichtenbergschen Figuren**.

Elektrische Entladungen im luftverdünnten Raume.

Als Lichtenberg gefunden hatte, daß die beiden Arten der Elektrizität in verschiedener Weise ausströmen, lenkten viele Elektriker ihr Augenmerk auf die elektrischen Entladungen mit der Vermutung, daß sie auf diese Weise immer tiefer in das geheimnisvolle Wesen der Elektrizität einzudringen vermöchten. Da nun die Luft den elektrischen Entladungen einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt, ließ man dieselben im luftverdünnten Raume vor sich gehen und stellte sich anfangs selbst mittels der Luftpumpe Glasgefäße her, die mehr oder weniger verdünnte Luft enthielten. Um das fortwährende Evakuieren oder Auspumpen zu vermeiden, ließ der im Jahre 1868 in Bonn verstorbene Professor Plücker Glasröhren herstellen, die mit verdünnter Luft erfüllt waren. Dieselben besaßen an entgegengesetzten Stellen eingeschmolzene Platindrähte mit Ösen auf der äußeren Seite, um sie mit einer Elektrizitätsquelle in leitende Verbindung setzen zu können. Jetzt nimmt man statt des Platins Aluminium, da man gefunden hat, daß dies zu diesem Zwecke dauerhafter ist. Die Drähte heißen **Elektroden**, und zwar nennt man die mit dem positiven Pol verbundene die **Anode** und die mit dem negativen Pol verbundene die **Kathode**.

Da die Lichterscheinungen in diesen Röhren sehr interessant waren, stellte der im Jahre 1879 verstorbene Glasbläser Geißler in Bonn solche Röhren in den verschiedensten Formen her, und diese wurden sehr bald massenhaft als interessantes, wissenschaftliches Spielzeug für wißbegierige Knaben gekauft und wurden so allgemein, daß man über den Namen Geißler den des Er-

finders vergaß oder überhaupt gar nicht kennen lernte.

Die Figuren 59—61 zeigen einige Formen solcher Röhren.

Bald setzte Geißler solche Röhren aus weißem Glase und grünem Uranglase zusammen, weil letzteres durch das elektrische Licht in **Fluoreszenz** versetzt wird. Die Fluoreszenz kann hier nicht wissen-



Fig. 59.

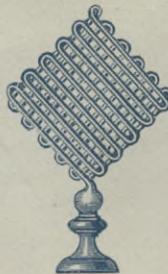


Fig. 60.



Fig. 61.

schaftlich erklärt werden, und es muß genügen, wenn gesagt wird, daß die fuoreszierenden Körper solche sind, die das in sie eindringende Licht verändern, was man daran erkennt, daß sie im durchgehenden Lichte anders aussehen, als im reflektierten. So weiß jeder, daß das Petroleum, wenn man hindurch sieht, eine gelbliche Farbe hat, dagegen von vorn oder noch besser von oben betrachtet, hat es einen „bläulichen Schein“, wie die Leute sagen.

85. Versuch. Man bringt in eine Glasbüchse mit Glasstöpseln etwas getrocknetes Pfefferkraut und übergießt dasselbe mit sogenanntem Schwefeläther. Nach einigen Stunden ist der Äther schön grün gefärbt. Er hat nämlich aus der Pflanze das **Chlorophyll** herausgezogen oder extrahiert. Um die Fluoreszenz dieser Chlorophylllösung sehr schön sehen zu können, gießt man sie in ein Gefäß aus weißem Glas und findet nun, daß die eigentlich grüne Flüssigkeit im reflektierten Lichte kirschbraun aussieht. Im gut verschlossenen Gefäß hält sich diese Lösung unbegrenzt lange.

86. Versuch. Man gieße auf frische oder getrocknete Kastanienrinde Wasser. Nach wenigen Stunden erhält man eine Lösung von Äskulin, die sehr schön blau fluoresziert, aber leider nicht haltbar ist.

87. Versuch. Man gieße auf brasilianisches Gelbholz, das man bei jedem Drogisten für wenige Pfennige kaufen kann, etwas **reinen Alkohol**. Nach kurzer Zeit ist der Alkohol gelb gefärbt, da er das im Gelbholz enthaltende **Morin** und **Maklurin** herausgezogen und aufgelöst hat. Löst man etwas Kalialaun im Wasser auf, ganz gleich, wie stark die Lösung ist, und vermischt beide Flüssigkeiten in ganz beliebigem Verhältniss miteinander, so erhält man eine Flüssigkeit, die im durchgehenden Lichte rot bis braun, im reflektierten grün aussieht. In der Regel entsteht unmittelbar nach der Mischung ein flockiger Niederschlag, den man durch Filtration entfernen muß. — Die Lösung ist unbegrenzt haltbar.

88. Versuch. Man löse eine kleine Messerspitze von **Eosin** in etwa einhalb Liter Wasser auf. Man erhält eine rosarote Flüssigkeit, die grün fluoresziert.

89. Versuch. Man löse etwas **schwefelsaures Chinin** in einem Trinkglas voll Wasser, dem man einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt hat, auf. Die unbegrenzt haltbare Lösung ist wasserklar und fluoresziert prächtig blau.

90. Versuch. Man löse etwas **Magdalarot** in wenig Wasser auf. Die haltbare rote Lösung fluoresziert rot, aber in einer ganz eigenartigen Nuance.

91. Versuch. Der schönste fluoreszierende Körper ist eine Anilinfarbe, die man deshalb **Fluoreszeïn** genannt hat. Man kauft es beim Drogisten für wenig Geld. Im festen Zustand stellt es ein rotes Pulver dar, das im Wasser unlöslich ist. Damit das Experiment recht brillant wird, füllt man einen möglichst langen Standzylinder ganz voll Wasser und bringt eine Radiermesserspitze voll Fluoreszeïn darauf. Es erfolgt zunächst nichts, da, wie bereits gesagt, das Fluoreszeïn im Wasser unlöslich ist. Gießt man aber wenige Tropfen Ammoniak (Salmiakgeist) ins Wasser, so senken sich schöne grüne „Wolken“ herab, die im durchgehenden Lichte gelb aussehen. — Jeder der es zum ersten Male sieht, ist erstaunt!

Wer sich nicht mehrere mit fluoreszierenden Flüssigkeiten versehene Geißlersche Röhren kaufen will, der verschaffe sich eine solche, deren Mantel er selbst füllen kann. Selbstverständlich muß vor jedem Versuch mit einer anderen Flüssigkeit der Mantel mit reinem Wasser gründlich ausgespült werden.

92. Versuch. An das Stativ hängen wir eine Geißlersche Röhre Fig. 62. Die eine Kette der Maschine führen wir zum Stativhaken, die andere Kette wird in die untere Öse der Röhre eingehakt. Liegen beide Elektroden unmittelbar an den Unterbrechern an, so bemerkt man beim Drehen der Maschine nur ein ganz schwaches Leuchten in der Röhre. Die Versuche mit Geißlerschen Röhren müssen selbstverständlich im Dunkeln ausgeführt werden.

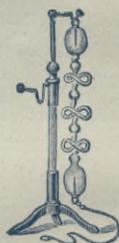


Fig. 62.

93. Versuch. Wir wiederholen den Versuch mit der Abänderung, daß wir eine Funkenstrecke einschalten. Bei jedem überspringenden Funken leuchtet die Röhre auf. Ist die Strecke zwischen Elektrode und Unterbrecherkugel klein, so leuchtet die Röhre in fast ununterbrochenem, mattem Lichte. Je größer die Unterbrechungsstrecke ist, desto stärker sind die Lichterscheinungen, treten aber spärlicher auf.

94. Versuch. Wir wiederholen den 92. Versuch, ersetzen aber die Ketten durch einen feuchten Bindfaden.

Die Lichterscheinung ist jetzt andauernd recht deutlich, da der feuchte Bindfaden zwar etwas, aber nicht gut leitet. Er ersetzt deshalb in gewissem Grade die Funkenstrecke, insofern er durch seinen Widerstand den beiden Elektrizitäten zu einer größeren Spannung verhilft.

95. Versuch. Erleuchtet man eine Geißlersche Röhre und bewegt vor, neben oder hinter ihr möglichst schnell eine Hand mit gespreizten Fingern, so sieht man viel mehr als fünf Finger an der Hand, weil das Licht in Geißlerschen Röhren ein unterbrochenes und kein gleichmäßiges, konstituierliches ist.

Eng verbunden mit der Fluoreszenz ist die **Phosphoreszenz**.

Während die fluoreszierenden Körper das auffallende Licht aufnehmen, es verändern und nach kaum meßbar kurzer Zeit wieder ausstrahlen, strahlen phosphoreszierende Körper von dem ihnen zugesandten Licht nur einen Teil sofort aus, während sie den andern Teil zurückbehalten und ihn erst dann ausstrahlen, wenn die Lichtquelle erloschen oder verschwunden ist. Deshalb nennt man sie **Phosphore**, d. h. **Lichtträger**.

Ich vergleiche sie stets mit Magazinen, in denen zur Zeit der guten Jahre Vorrat aufgespeichert wird für die Zeit der Dürre, und nenne sie Lichtmagazine.

Der Name rührt her von dem bekannten, höchst giftigen Phosphor. Als es nur „Schwefelhölzer“ als schnelle Feuererzeuger gab, war der im Dunkeln leuchtende Strich an der Wand, an der man das Streichholz angestrichen hatte, eine bekannte Erscheinung.

Aber das ist durchaus nicht das, was die Wissenschaft von heute unter Phosphoreszieren versteht. — Es ist eine langsame Verbrennung, die unter einem matten Lichtscheine vor sich geht.

Die Phosphore sind keine brennenden Körper, sondern tatsächlich **Lichtsauger**, und die besten sind Kunstprodukte, die oft sehr teuer und dazu noch an der Luft sehr unholdbar sind. Aber einen phosphoreszierenden Körper kann ich jedem empfehlen, der sich für die Sache interessiert. Es ist das die Balmainsche Leuchtfarbe. Während fast alle künstlichen Phosphore nur im vollständig trockenen Raume, also beispielsweise im zugeschmolzenen Glasrohre haltbar sind, ist die Balmainsche Leuchtfarbe luftbeständig. Ich besitze welche schon seit mehr als 30 Jahren, die jetzt noch ebenso ist, wie früher.

96. Versuch. Man kaufe sich vom Drogisten einige Gramm Balmainsche Leuchtfarbe, setze dieselbe in einer Glasflasche einige Sekunden oder Minuten dem direkten Sonnenlichte aus und bringe sie dann ins Dunkle. Sie leuchtet schön violett, und zwar um so länger, je länger sie belichtet worden ist.

Besonders wirken die Kathodenstrahlen auf die künstlichen Phosphore ein, die sich zu diesem Zwecke in einer Crookeschen Röhre befinden müssen.

97. Versuch. Fig. 63 zeigt eine solche Röhre. Man verbindet die Elektroden derselben mit der Maschine und setzt letztere im dunklen Raume in Tätigkeit, der Phosphor leuchtet schön und leuchtet noch, wenn die Maschine zur Ruhe gekommen ist.



Fig. 03.

98. Versuch. Die Figuren 64 und 65 zeigen Röhren, in denen die Anordnung so getroffen ist, daß sowohl die Anoden- als auch die Kathodenstrahlen den Phosphor treffen können, um die Wirkungsweise beider Arten von Strahlen zu zeigen. Der Phosphor leuchtet nur, wenn er dem Kathodenlicht ausgesetzt wird.

99. Versuch. Es stelle sich eine Person auf den Isolierschemel und fasse mit der einen Hand die eine Elektrode der Maschine, mit der anderen Hand eine Geißlersche Röhre unter Berührung einer Elektrode an. Leitet man die zweite Elektrode der Maschine ab und setzt letztere in Gang, so leuchtet die Röhre; noch stärker ist das Leuchten, wenn eine nicht isolierte Person die andere Elektrode der Röhre anfäßt.

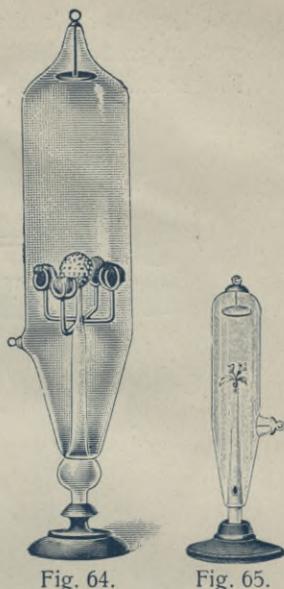


Fig. 64.

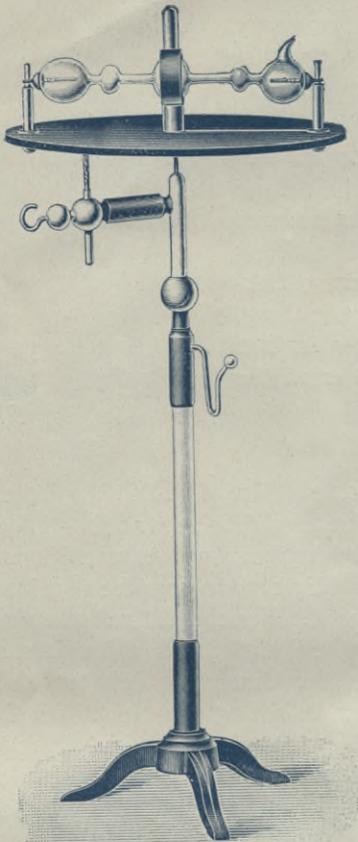
Fig. 65.

100. Versuch. Die rotierende Geißlersche Röhre, Fig. 66, beruht auf der Dauer des Lichteindrucks, die zur Erfindung des Zeotrops – Lebensrad, Wunderzylinder, Wandertrommel, Drehtrommel, wie es von Kindern genannt wird — und schließlich zum Kinematographen geführt hat. Das elektrische Licht durchläuft eine Geißlersche Röhre scheinbar ununterbrochen, aber das Zucken desselben muß jeden aufmerksamen Beobachter stutzig machen und ihn zu der Vermutung bringen, daß jede Zuckung des Lichtes einer elektrischen Entladung entspricht. Dies beweist die rotierende Geißlersche Röhre. Dieselbe würde als eine Lichtscheibe erscheinen, wenn sie von der Elektrizität ununterbrochen durchflossen würde. In Wirklichkeit aber blitzt sie nur bei jeder Entladung der Maschine auf und wird dadurch an verschiedenen Orten auf einen Augenblick sichtbar. Da nun der in unserem Auge hervorgerufene Lichteindruck nicht gleichzeitig mit der Lichtquelle verschwindet, sondern noch kurze Zeit anhält, so erscheint uns die rotierende Röhre als ein Stern, der umso mehr Strahlen hat, je schneller die Umdrehung der Röhre ist.

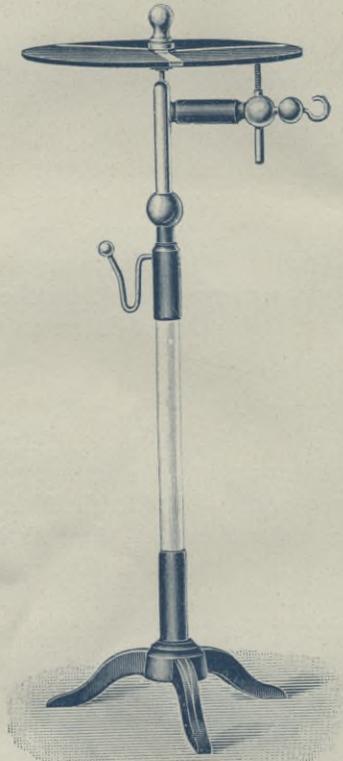
Man verbindet die eine Elektrode der Maschine mit dem Stativ und die andere mit dem Aufsatz. Da bei diesem Versuch die Leydener Flaschen ausgeschaltet werden müssen, muß eine Maschine von mindestens 20 cm Scheibendurchmesser angewendet werden, wenn die Lichterscheinung nicht zu schwach werden soll. Ist die Maschine in Gang gesetzt, so versetzt man die Röhre durch Drehung des oberen Fortsatzes in Rotation.

101. Versuch. Die rotierende Blitztafel, Fig. 67, die ebenfalls auf der Dauer des Lichteindrucks beruht, setzt man genau auf die Stahlspitze des Aufsatzes und verbindet sie so mit der Maschine wie im vorigen Versuch.

Die Leydener Flaschen der Maschine müssen hier ebenfalls ausgeschaltet werden, und ist letztere in Tätigkeit, so stößt man die Scheibe mit dem Finger an. Im dunklen Raum ist die Erscheinung prächtig.



Die rotierende Geißlersche Röhre.
Fig. 66.



Die rotierende Blitztafel.
Fig. 67.

Die RÖNTGENSTRAHLEN.

Im Jahre 1869 fand der Professor Hittorf in Münster, daß die Lichterscheinungen in Geißlerschen Röhren ganz anders werden, wenn man die Luft so weit auspumpt, daß so zu sagen nur noch eine Spur von ihr in ihnen enthalten ist. Das elektrische Licht verschwindet fast ganz, aber statt dessen leuchtet das Glas — es fluoresziert meist grün, und zwar sind es nur die Kathodenstrahlen, die das Glas in den fluoreszierenden Zustand zu versetzen vermögen.

Professor Crookes in London setzte Hittorfs Versuche fort, und Professor Lenard in Kiel fand, daß aus solchen fast ganz luftleeren Röhren,

wenn elektrische Entladungen in ihnen stattfinden, dunkle Strahlen austreten. Er experimentierte deshalb mit Röhren, die er vollständig mit schwarzem Papier beklebt hatte.

Als nun Röntgen, seinerzeit Professor in Würzburg, jetzt in München, ebenfalls mit solchen Röhren im Dunkelzimmer arbeitete, entdeckte er, daß ein sich in der Nähe einer solcher Röhre befindlicher Fluoreszenzschirm von Bariumplatincyranür aufleuchtete. Er fand bald, daß nur die Kathodenstrahlen den Schirm zum Leuchten brachten. Als er weiter verschiedene Gegenstände zwischen die Röhre und den Schirm brachte, bemerkte er, daß manche die dunklen Strahlen, die unbedingt von der beklebten Röhre ausgehen mußten, durchließen und manche nicht, und als er schließlich seine Hand zwischenschaltete, sah er die Knochen derselben. – Die Entdeckung war gemacht!

Es scheint vielfach die Meinung verbreitet zu sein, daß von der Kathode zweierlei Strahlen, nämlich helle und dunkle Strahlen ausgehen. Das ist aber ganz entschieden ein Irrtum, denn dann müßte jede Geißlersche Röhre zum Durchleuchten gebraucht werden können, was aber nicht der Fall ist. Die Röntgenstrahlen treten nur dann auf, wenn das Glas durch die Kathodenstrahlen in den Zustand der Fluoreszenz versetzt worden ist. Also haben sie ihren Ausgangspunkt jedenfalls im Glase und nicht in der Kathode.

Die Röntgenröhren, wie man sie jetzt der Kürze wegen nennt, hatten anfangs zwei Elektroden, und ließen in ihrer Wirkung viel zu wünschen übrig. Als man aber noch, und zwar in ihrer Mitte, einen Platinspiegel – die **Antikathode** – so anbrachte, daß ihn die Kathodenstrahlen unter einem Winkel von 45° trafen, war ihre Wirkung eine so großartige, daß sie jetzt für den Arzt unentbehrlich sind. Anfangs gebrauchte man zu ihrer Erleuchtung ein Induktorium von mindestens 10 cm Schlagweite. Jetzt aber wissen wir, daß wir mit Hilfe der Influenzmaschine auch ganz gute Erfolge erzielen können.

Um mit Röntgenstrahlen zu experimentieren, ist ein Fluoreszenzschirm unbedingt erforderlich. An und für sich ist derselbe nicht gerade billig, aber es genügt ein handgroßes Stück, was etwa 6–8 Mark kostet.

102. Versuch. Wir schrauben die Röhre so in einen Retortenhalter, daß die Antikathode, der Spiegel, dem Beschauer zugekehrt ist, verbinden sie mit der Maschine und setzen diese in Gang. Ist die Verbindung richtig, so muß die Röhre einen gleichmäßig erleuchteten und einen weniger hellen Teil zeigen, und dann leuchtet der in die unmittelbare Nähe der Röhre gebrachte Fluoreszenzschirm auf. Zeigt die Röhre aber Lichtstreifen, so wird die Antikathode nicht von den Kathodenstrahlen getroffen. Der Schirm leuchtet dann nicht, und man muß die Verbindung wechseln.

Um ein gleichmäßiges Licht zu erzeugen, muß die Maschine so schnell als möglich gedreht werden, und wer Lust und Liebe zur Sache hat und eine Mark nicht zehnmal umzudrehen braucht bevor er sie ausgibt, der kaufe sich einen Motor, der seine Maschine bis zu 2000 Umdrehungen in der Minute veranlassen kann.

Selbstverständlich muß bei diesen Versuchen das Zimmer vollständig verdunkelt sein, da das Leuchten immerhin nie so stark ist wie bei An-

wendung eines Induktoriums; auch muß sich das Auge erst etwas an die Dunkelheit gewöhnt haben. Der zu durchleuchtende Gegenstand muß ganz dicht an den Schirm gehalten werden, da sonst kein scharfes Bild zu sehen ist. Um diese hochinteressanten Versuche auch bei Tageslicht ohne Zimmerverdunklung anstellen zu können, ist der Gebrauch des

Durchleuchtungsapparates — Fluoreskop —, Fig. 68, sehr zu empfehlen. Es ist dies ein Apparat, bei welchem der Bariumplatin-cyanür-Schirm gleich in einem dunklen Raume angebracht ist. Beim Gebrauch macht man es genau ebenso, wie vorstehend angegeben, und sieht nun in das Guckloch hinein; das Auge ist an dieses Guckloch natürlich soweit heranzubringen, daß jedes störende Seitenlicht dadurch abgeschlossen ist. **Auch hierbei muß die Maschine möglichst schnell gedreht werden.**



Fig. 68.

Je größer die Maschine, desto besser die Wirkung, das ist klar, und danach richtet sich auch die Röntgenröhre. Man hat also die Schlagweite seiner Maschine zu bestimmen und kauft sich dann eine Röntgenröhre, die für diese Schlagweite paßt.

103. Versuch. Wir schreiten jetzt zum Photographieren mittels Röntgenstrahlen. Höchst einfach! Fig. 69 zeigt die Versuchsanordnung, die ohne weiteres klar ist.

Die photographische Platte wird mehrmals in schwarzes Papier eingewickelt. Das Einlegen in eine Kassette ist unzweckmäßig, da hierdurch die Röntgenstrahlen geschwächt werden, und unter Umständen bekommt man auch die Fasern des Holzes auf die Platte. Die lichtempfindliche Schicht der Platte muß stets nach oben liegen.

Der Platinspiegel der Röhre muß direkt über der Stelle zu stehen kommen, die als die Mitte des Bildes anzusehen ist. Was nun die Entfernung der Röhre anbetrifft, so tut man gut, zuerst einmal die Röhre vielleicht ca. 7 cm und dann vielleicht einmal 15 cm von der Hand entfernt aufzustellen. Man wird dann finden, daß beim ersten Mal die Exposition ganz kurz sein kann; man wird aber auch sehen, daß das Bild nicht besonders scharf und auch verzerrt ist. Bei der zweiten Stellung wird man bemerken, daß 3–4 mal solange exponiert werden muß; aber nun zeichnet sich das Bild durch vorzügliche Schärfe aus und ist auch frei von Verzeichnung.

Die Expositionszeit läßt sich nicht gut bestimmen. Sie hängt von vielerlei Nebenumständen ab und richtet sich nach der Güte der Röhren,

nach der Größe der Maschine, nach der Tourenzahl der Scheiben und auch nach den Ansprüchen, die man an ein derartiges Bild stellt.

Nach einigen Versuchen hat man bald die nötige Übung darin erlangt; man nehme es darin nicht so genau und belichte lieber etwas länger.

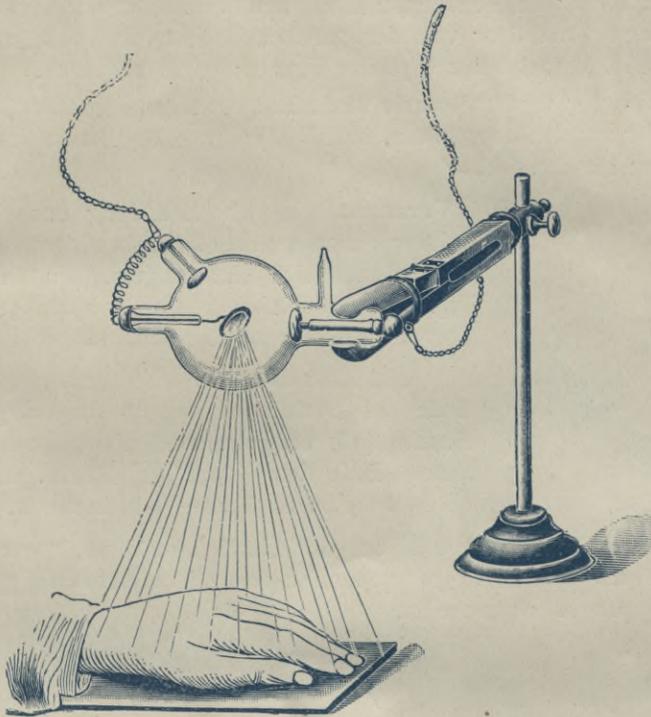


Fig. 69.

Wenn alles richtig gemacht wird, dann muß man z. B. mit der 20 cm-Maschine in 10 Minuten ein gutes Bild einer Hand erhalten; mit der 40 cm-Maschine in ca. 5 Minuten und mit der 55 cm-Maschine in ca. 2 Minuten. Gegenstände, wie Brille mit Futteral, Reißzeug im Etuis etc., gelingen übrigens viel leichter und schneller als eine Hand, und tut man daher gut, zuerst mit derartigen Sachen die ersten Versuche auszuführen. Ich wiederhole: **Genau nach diesen Angaben arbeiten, die Maschine möglichst schnell drehen und lieber etwas länger exponieren, wenn man zufriedenstellende Resultate erzielen will. Es lassen sich mit diesen Apparaten Bilder herstellen, wie sie schöner überhaupt nicht angefertigt werden können.**

Die weitere Behandlung der Platte wird als bekannt vorausgesetzt. Sollte das nicht der Fall sein, so erhält man in jeder Handlung photographischer Apparate eine kurze, aber genügende Anleitung zum Photographieren für wenig Geld.

Mit der Sammlung „**Elektrophor**“ lassen sich die Versuche 1–34 und ferner unter Beihilfe der mittels des Elektrophors geladenen Leydener Flasche die Versuche 44, 53, 54, 71 und 72 ausführen.

Um die Leydener Flasche mittels des Elektrophors zu laden, ergreift man sie mit der linken Hand an der äußeren Stanniolbelegung, ohne den nach innen führenden Messingdraht zu berühren. Mit der rechten Hand hebt man den Konduktor von der geriebenen Hartgummiplatte und bringt ihn an die Messingkugel der Leydener Flasche: Diese ladet sich.

Der Vorgang wird mehrmals wiederholt, d. h. man setzt den Konduktor immer wieder auf die Ebonitplatte, hebt ihn*) ab und berührt damit die Kugel der Leydener Flasche.



Fig. 70.

104. Versuch. Um die Entladung auch stark geladener Flaschen ohne Gefahr bewirken zu können, bedient man sich eines sogenannten **Entladers**, Fig. 70. Als solchen können wir den großen gebogenen Messingstab der Sammlung benutzen.

Man faßt diesen in der Mitte an, legt das eine Ende des Drahtes an die äußere Belegung der Flasche (**nie umgekehrt!**) und nähert nun das andere Ende dem Knopf der Flasche. Es springt ein heller Funken über – die Flasche ist entladen.

Würden wir zuerst den Knopf der Flasche berühren, so würde die Entladung durch unseren Körper gehen, da dieser in diesem Falle gleich der äußeren Belegung der Flasche ist.

Mit der Sammlung „**Elektron**“ läßt sich bereits ein großer Teil der interessantesten Experimente ausführen, während weitere Apparate einzeln oder in Sammlungen nachbezogen werden können. Listen darüber stehen gratis zur Verfügung.



*) Immer, dies sei nochmals betont, wird der Konduktor nur an dem isolierenden Ebonitstab gehalten, und zwar möglichst am oberen Ende.

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II
L. inw. 31754

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

JULIUS BOOCH

Inhaber Landgraf & Stolle
Werdau in Sachsen

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298472