



Bastelbuch

zu

KORBULYs

ELEKTRO-MATADOR

D. R. G. M. 826.438 In- und Ausland-Patente angemeldet

Versuche und Apparate

I. Teil:

Grundversuche

Mit Erlaß des Bundesministeriums für Unterricht vom 16. Juli 1923, Z. 8397, sind die Matador-Baukasten und die Matador-Elektro-Ergänzung zum Unterrichtsgebrauche an allgemeinen Volks-, Bürger- und Mittelschulen sowie an Lehrer- und Lehrerinnenbildungsanstalten in Österreich allgemein zugelassen.

Verlaublich: „Volkserziehung“, Stück XVI, vom 15. August 1923

Herausgeber und Verlag:

JOHANN KORBULYs MATADORHAUS
WIEN VI.

Copyright by J. Korbuly, Wien

Alle Rechte vorbehalten

Es ist nicht viel länger her als ein volles Menschenalter, da wußte man mit der Elektrizität nicht mehr anzufangen, als daß man damit einige wissenschaftliche Versuche anstellte, die vielleicht manchem als Spielerei erschienen.

Weniger Jahre hat es bedurft, um die Anwendung der Elektrizität der Menschheit unentbehrlich zu machen. Diese plötzliche Entwicklung der Anwendung der Elektrizität brachte es mit sich, daß viele Leute sich über die Funktionen der elektrischen Maschinen und Apparate keine klare Vorstellung machen können.

Viele werden keine Antwort geben können, wenn man sie fragt: Wieso kann man durch das Telephon sprechen? Warum dreht sich der Elektromotor? Was ist drahtlose Telegraphie? usw.

Die Erklärungen hiefür sind einfacher, als sich mancher denkt. Einem aufgeweckten Jungen von neun Jahren können wir es an Hand des Elektro-Matador in leicht begreiflicher Weise verständlich machen.

Im Spiele soll dies geschehen!

Wir lassen das Kind selbst arbeiten, lassen seiner Schaffensfreude und seinem Forschungsdrange freie Bahn. Es erhält das Kind nur Grundbestandteile, die es in seiner Hand selbst formen soll, um damit auf aller-einfachste und rascheste Art aus wenigem Material eine große Anzahl von wirklich tätigen elektromagnetischen Geräten zu bauen und Versuche durchführen zu können.

Von Grund auf wird alles aufgebaut und deshalb auch verstanden. Die äußere Form der Geräte ist hiebei Nebensache, es gilt das Wesen der Erscheinungen zu erfassen.

Jeder Versuch kann variiert werden, neue Versuche, die nicht in den Anleitungen der Vorlagen stehen, können unternommen werden, denn die Grundelemente des Elektro-Matador lassen sich zu Allem bilden und verwenden.

Der Elektro-Matador soll in dem damit spielenden Kinde Vorliebe und Verständnis für Technik und Elektrizität erwecken. Er veranlaßt es zu folgerichtigem Denken. Elektro-Matador bietet dem Schüler Gelegenheit, das in der Schule Gelernte zu Hause zu erproben und dadurch sein Wissen zu festigen.

In der Schule wird der Elektro-Matador in der Hand des Lehrers, sowie in der des Schülers einen großen Teil der heutzutage für die meisten Schulen unerschwinglichen Lehrmittel ersetzen, und im Anschauungs- und Werkunterricht ein unentbehrlicher Behelf sein.

Vielen Erwachsenen wird der Elektro-Matador angenehme Beschäftigung und schönen Zeitvertreib bieten.

Eigenes Schaffen und das Gelingen des Gewollten wird Alle befriedigen.

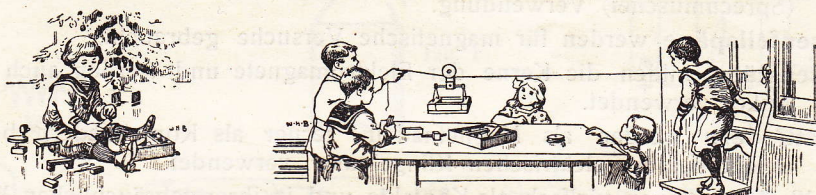
Das Bastelbuch zu Korbulys Elektro-Matador ist geschaffen, um der Jugend das Gebiet des Elektromagnetismus zu eröffnen. Es wurden darin die Versuche nach pädagogischen Richtlinien aufgebaut und geordnet.

Im 1. Kapitel sind die wichtigsten elementaren Grunderscheinungen des Elektromagnetismus erklärt, deren Kenntnis zum Bau der Apparate des 2. Teiles unbedingt notwendig sind.

Der „Elektro-Matador“

ist ein Matador-Baukasten, erweitert mit Elektroteilen, das sind Drähte, Bleche, Federn usw. Matador wurde vor 20 Jahren, im Jahre 1901, vom Wiener Eisenbahn-Ingenieur Johann Korbuly erfunden. Der Erfinder schuf damit das schönste und beste Beschäftigungsmittel für die Jugend. Viele Tausende von Zuschriften und Anerkennungen an das Matadorhaus bekunden dies.

Erst als Matador bekannter wurde, kamen andere ähnliche Spiele aus Holz und Metall durch andere Firmen in den Handel, doch steht der Matador-Baukasten bis jetzt unerreicht da. Kein Bauspiel ist so dem kindlichen Wesen entsprechend wie Matador. Es sind die Vorlagen zu Matador meistens von den Kindern selbst geschaffen



Matador ist Spiel und Lehrmittel zugleich, ist ein überaus geist-anregendes Bauspiel und gewährt der Phantasie des Spielenden weite Möglichkeiten. Jedes Kind fertigt damit sein Spielzeug selber an. Heute die Krämerwage zum Kaufmann spielen, morgen Schaukel, Karussell zum Jahrmarkt spielen, ein andermal Schiffe und Leuchtturm und so weiter bis ins Endlose.

Die Vorlagen zu den Baukästen sind mit größter Sorgfalt ausgeführt; die Bauteile genau angefertigt, so daß alle Teile gut zusammenpassen und die damit gebauten Maschinen gut funktionieren.

Die Elektro-Ergänzung

zu Matador enthält bloß die Elektroteile zur Anfertigung von elektrotechnischen Geräten und Versuchen.

Die Elektro-Ergänzung ist zu allen Größen des Matador-Baukasten, von Nr. 1 angefangen, zu verwenden. Schon mit Matador Nr. 1 sind in Verbindung mit der Elektro-Ergänzung nach diesem Buche über 50 elektrische Versuche und Apparate herzustellen, außerdem sind noch 190 andere Modelle damit nach beiliegenden Vorlagen zu bauen.

Die Elektro-Bestandteile des Elektro-Matador.

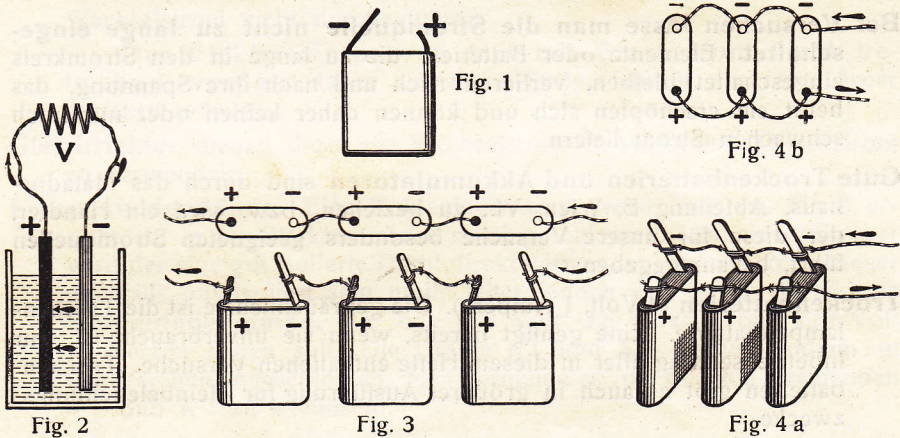
- Kupferdraht**, grün umspinnen oder schwarz lackiert, 0.4 mm Durchmesser, zwei große Rollen mit je 14 m, zwei kleine Rollen mit je 5 m Kupferdraht. Der Kupferdraht dient zur Leitung des elektrischen Stromes und findet beim Bauen aller unserer Apparate Anwendung.
- Eisendraht** (0.4 mm Durchmesser): Eine kleine Rolle, etwa 10 m davon enthaltend. Eisendraht soll für elektrische Leitungen **nicht** verwendet werden, da er den Strom schlecht leitet. Er wird gebraucht zur Anfertigung von Drahtösen. Häkchen, Spiralfedern und zur Verbindung von Elektromagneten.
- Messingblech** (0.2 mm stark): Daraus werden die Schleiffedern, der Kollektor des Elektromotors und die Kontakte für verschiedene Versuche hergestellt.
- Weißblech oder schwarzes Blech** (0.2 mm stark): Diese drei Bleche sind bereits in der richtigen Größe für die Sprechmuschel und den Empfänger beim Telephon zugerichtet. Auch für andere Versuche können diese Größen verwendet werden.
- Kohle**, geschrotet, enthalten in einem Päckchen. Sie findet beim Mikrophon (Sprechmuschel) Verwendung.
- Eisenfeilspäne** werden für magnetische Versuche gebraucht.
- Eisenstäbe** bilden die Kerne der Elektromagnete und werden auch als Anker verwendet.
- Blattfedern** werden als Magnetnadeln, ferner als Kontaktfedern beim Relais, bei der elektrischen Klingel usw. verwendet.
- Reißnägeln** dienen vielfach als Kontakte und in ihrer gebräuchlichen Verwendung zum Befestigen von Papier, Blechen und Drähten an die Holzteile der Modelle.
- Stecknadeln** werden hauptsächlich als Achsen und Spindeln verwendet.
- Spiralfedern**: Eine kürzere (Durchmesser 4 mm) aus Stahldraht wird verwendet als Zugfeder bei verschiedenen Apparaten, eine größere (Durchmesser 12 bis 15 mm) für Meßversuche und für das Solenoid.
- Kohlenstab** und
- Zinkstreifen** dienen zur Herstellung eines einfachen galvanischen Elementes.
- Druckknöpfe** werden als Verbindungskontakte an Drahtenden, als Steckkontakte, als Lager und als Unterbrecherkontakte verwendet.
- Nachsaffung von verbrauchtem Material des Elektro-Matador ist jederzeit leicht möglich.** Alle Bestandteile des Elektro-Matador können auch einzeln nachgekauft werden. Sie sind erhältlich durch den Händler, wo der Elektro-Matador gekauft wurde, oder unmittelbar durch das Matadorhaus, Abteilung E, Wien VI.
- Verwende** zu deinen Versuchen **nur Elektro-Matador-Material**, da mit anderen Metallbestandteilen in anderen Abmessungen die Versuche mißlingen könnten.

Stromquellen und deren Schaltungen.

Über die in den nachstehenden Ausführungen vorkommenden Maßbezeichnungen: für Spannung (Volt), für Stromstärke (Ampère), für Widerstand (Ohm) und für elektrische Leistung (Volt \times Ampère = Watt) wird erst in einer späteren Folge der Erklärungen Näheres ausgeführt sein.

Voraussetzung zur Durchführung aller Versuche ist der Besitz einer Stromquelle von ungefähr 4 Volt und 1 Ampère. Ein Großteil der Versuche läßt sich aber auch schon mit 2 Volt und 0,5 Ampère durchführen. Es kommen als Stromquellen Trockenbatterien, Elemente und Akkumulatoren sowie herabgesetzter Starkstrom in Betracht.

Alle Elemente, Batterien, Akkumulatoren usw. haben zwei Pole. Positive (+) Pole sind bei den Elementen die Kohle- und Kupferpole. Negative (—) Pole sind die Zinkpole. Bei Akkumulatoren ist die braune Bleiplatte positiv (+), die graue dagegen negativ (—). Bei einer **Taschenlampenbatterie ist der kurze Blechstreifen stets positiv (+), der lange negativ (—)**. (Fig. 1.)



Der Weg des Stromes geht stets vom positiven (+) Pol einer Stromquelle durch die Versuchsanordnung zum negativen (—) Pol und schließt sich in der Stromquelle. (Kreislauf des elektrischen Stromes.) Wir sprechen daher von einem **Stromkreis**. (Fig. 2.)

Fig. 2 zeigt das Fließen des Stromes vom positiven zum negativen Pol. (In diesem Heft ist die Stromrichtung bei allen Abbildungen der Versuche mit Pfeilen gekennzeichnet)

Da bei einigen unserer Versuche die Spannung eines Elementes nicht ausreicht, ist es nötig, sie durch Aneinanderreihung von zwei oder mehreren Elementen zu vergrößern. Eine derartige Zusammenschaltung von Elementen nennt man **Batterie**.

Das Aneinanderreihen kann auf zwei Arten geschehen.

Bei der **Hintereinander-** oder **Serienschaltung** verbinden wir alle **ungleichnamigen** Pole der einzelnen Elemente miteinander und erhöhen beziehungsweise vervielfachen dadurch die Spannung (Voltzahl). Fig. 3.

Hat z. B. eine Stromquelle eine Spannung von 4 Volt, wobei sie z. B. eine Stromstärke von 1 Ampère liefern kann, so können wir durch Hintereinanderschaltung von drei gleichen Stromquellen (zu je 4 Volt) eine dreimal so große Spannung bei gleich großer Stromstärke, das heißt $3 \times 4 = 12$ Volt Spannung bei 1 Ampère, erzielen. (Fig. 3.)

Beabsichtigen wir hingegen bei gleicher Spannung die Stromstärke (Ampèrezahl) zu vergrößern, so geschieht dies durch **Nebeneinander-** oder **Parallelschaltung**. Hierbei werden alle gleichnamigen Pole der Elemente miteinander verbunden. (Fig. 4a u. 4b.)

So ergeben beispielsweise drei Elemente von je 4 Volt Spannung und 1 Ampère Stromstärke in Nebeneinanderschaltung eine Spannung von 4 Volt, die aber einen Strom von 3 Ampère zu liefern imstande sind. Die Arbeitsleistung (Watt) bleibt immer dieselbe.

Bei Versuchen lasse man die Stromquelle nicht zu lange eingeschaltet. Elemente oder Batterien, die zu lange in den Stromkreis eingeschaltet bleiben, verlieren nach und nach ihre Spannung, das heißt sie erschöpfen sich und können daher keinen oder nur noch schwachen Strom liefern.

Gute Trockenbatterien und Akkumulatoren sind durch das Matadorhaus, Abteilung E, Wien, VI., zu beziehen, bzw. wird ein Händler, der diese für unsere Versuche besonders geeigneten Stromquellen führt, bekanntgegeben.

Trockenbatterien (4 Volt, 1 Ampère). Die gebräuchlichste ist die Taschenlampenbatterie. Eine genügt bereits, wenn sie unverbraucht ist, zur Inbetriebsetzung aller in diesem Hefte enthaltenen Versuche. Trockenbatterien gibt es auch in größerer Ausführung für Kleinbeleuchtungszwecke.

Elemente: Leclanché-Elemente, Beutelemente. Infolge der geringen Spannung dieser Elemente (1·2 Volt bis 1·5 Volt) können sie nur in Hintereinanderschaltung (zwei oder mehrere Elemente) bei unseren Versuchen verwendet werden. Die Chromsäure-Elemente, Bunsen- oder Danielsche Elemente, besitzen eine größere Spannung, ungefähr 1·9 Volt, sind jedoch wegen der unangenehmen Eigenschaft der Säure nicht zu empfehlen.

Akkumulatoren sind Stromsammler; sie erzeugen den Strom nicht selbst, sondern werden mit elektrischem Strom geladen, den sie dann wieder abgeben. **Taschenlampen-Akkumulatoren** sind verhältnismäßig nicht teuer und sind für die Versuche sehr zu empfehlen. Man kann sie für geringes Entgelt wieder mit Strom aufladen lassen.

Eine Akkumulatorenzelle besitzt eine Spannung von 2 Volt. Für die Versuche mit Elektro-Matador werden 4 Volt benötigt; es müssen daher zwei Zellen in Hintereinanderschaltung verwendet werden.

Besser ist ein größerer Akkumulator, da seine Stromstärke bedeutend höher ist.

Starkstrom, wie er in unseren Wohnungen eingeleitet ist, kann zur Inbetriebsetzung vieler Modelle verwendet werden, wenn die Stromspannung und Stromstärke durch Widerstände oder Transformatoren herabgemindert wird. (4—30 Volt.)

Bei der Verwendung von Starkstrom für die Versuche mit Elektro-Matador ist jedoch größte Vorsicht geboten. Blanke Drähte und Metallteile dürfen nicht berührt werden, solange sie unter Strom stehen.

Gleichstrom = ist, wenn er durch einen Lampenwiderstand in seiner Stärke und Spannung herabgemindert wurde, für alle Versuche, mit Ausnahme des Telephons, verwendbar.

Wechselstrom \sim ist nach Herabminderung durch Transformatoren oder durch Lampenwiderstände zu einem Großteil der Matadorversuche verwendbar. Das Telephon sowie die Magnetenversuche sind mit Wechselstrom nicht durchzuführen.

Der Elektrisierapparat darf mit Starkstrom **nicht** betrieben werden, da er zu starke Ströme durch unseren Körper schicken würde.

Gleichrichter dienen dazu, um Wechselstrom in stoßweisen Gleichstrom zu verwandeln.

Lampenwiderstände. Eine Kohlenfadenlampe wird, wie aus Fig. 5 ersichtlich, in den Starkstromkreis miteingeschlossen. Von einem Stecker wird der eine gut isolierte Draht direkt verwendet, der andere, welcher ebenfalls gut isoliert sein muß, leitet jedoch den Strom durch eine **Kohlenfadenlampe**, die bei 110 Volt 32 Kerzen, bei 220 Volt 50 Kerzen haben soll. Die Drähte K1 und K2 werden sodann an den Versuch angeschlossen. Man vermeide es, die blanken Drahtenden K1 und K2 zu berühren.

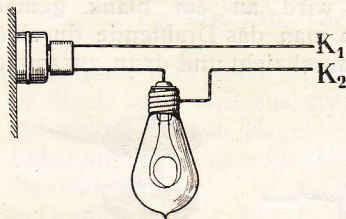


Fig. 5

Transformatoren (Klingeltransformatoren) sind Apparate, die Starkstrom aufnehmen und Schwachstrom abgeben.

Schwachstrom ist für Elektro-Matador am besten.

Gebrauchsanweisung.

Die Handhabung der im „Elektro-Matador“ enthaltenen Bestandteile ist einfach.

Bleche und Drähte schneidet man mit jeder beliebigen Schere. Es schadet dies der Schere nichts.

Löcher in Bleche werden mit einem schwachen Nagel (Drahtstift) gemacht. Lege das Blech auf ein Brett und schlage mit dem Hammer den Nagel durch das Blech.

Kupferdrähte sind vor dem Verbinden miteinander, oder beim Anschließen an eine Stromquelle an den Enden blank zu machen. Man entfernt vom Ende der Drähte auf etwa 2 cm die Isolierung (Wolle oder Lack). Zwei Drahtenden verbindet man am einfachsten durch Zusammendrehen. Es werden die blanken Enden der Drähte gekreuzt



Fig. 6 a

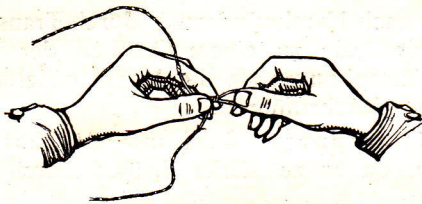


Fig. 6 b



Fig. 6 c

und dann mit dem Daumen und Zeigefinger zusammengedreht (Fig. 6 a, b, c; **a** die blanken Stellen werden gekreuzt, **b** der Draht wird zusammengedreht, **c** der Draht ist verbunden). Die Verbindung der Drähte muß eine gute sein, da sonst der elektrische Strom an der Verbindungsstelle leicht eine Unterbrechung erleiden kann. Man beachte, daß ansonsten die Isolierung des Kupferdrahtes nicht beschädigt wird.

Bessere Kontaktstellen und schnelle Verbindungsmöglichkeit erhalten wir durch Verwendung von Druckknöpfen. Je ein Teil des Druckknopfpaares wird an ein blank gemachtes Drahtende angeschlossen, indem man das Drahtende durch die vier kleinen Löcher des Druckknopfes durchzieht und dann zusammendreht. (Fig. 7 a, b, c.)

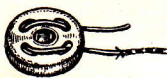


Fig. 7 a



Fig. 7 b

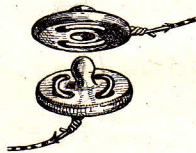


Fig. 7 c

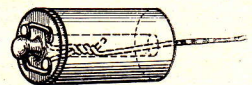


Fig. 8

Die Druckknöpfe können auch als Steckkontakte verwendet werden (Fig. 8) (Aufnageln auf Muffen oder Röllchen).

Die Isolierung blanker Stellen des Kupferdrahtes ist im allgemeinen dort nötig, wo Drähte übereinander gelegt werden, wie z. B. bei der Magnetwicklung. Das Isolieren blanker, schadhafte gewordenen Stellen geschieht durch bloßes Umwickeln mit einem kleinen Stück dünnen, trockenen Papier.

Kontakte, bei welchen Funken entstehen, wie beim Taster, Morsetaster, Relais, Kollektor des Elektromotors, Elektrisierapparat, halte man stets blank. Dort, wo die Funken entstehen, verbrennt das Metall (es oxydiert) und die verbrannte Stelle (Oxydschichte) verhindert dann das Durchfließen des elektrischen Stromes. Diese verbrannten Stellen schabt man mit einem Messer blank oder reinigt sie mit Schmirgelleinen oder Glaspapier.

Bei Magnetnadelversuchen entfernt man aus dem Bereiche der Magnetnadel alle Eisen- und Stahlgegenstände, wie Magnete, Scheren, Messer, Eisenstifte usw., weil diese Gegenstände die Magnetnadel leicht in eine falsche Richtung ablenken können.

Die Lagerung von Wellen muß stets sorgfältig ausgeführt werden. Die in den Lagern liegenden Achsen (Spindeln), welche meist aus Stecknadeln gebildet sind, müssen sich darin sehr leicht drehen.

Die Lager können auf folgende Art gemacht werden: Ein Kartonblättchen wird auf ein gespaltenes, mit einem Vorstecker zusammengehaltenes Stäbchen gesteckt. Nun macht man in das Blättchen mit einer dickeren Nadel ein etwas größeres Loch, damit sich die als Spindel verwendete Nadel leicht darin drehen kann (Fig. 9).

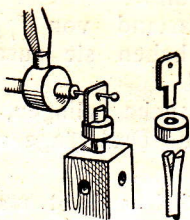


Fig. 9

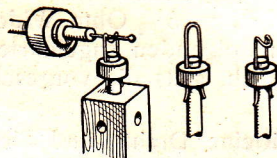


Fig. 10 a 10 b 10 c

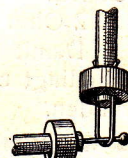


Fig. 11

Das gleiche Lager kann man auch mit einem Blechplättchen herstellen; das Loch im Blech wird meistens etwas rauh; glätte es daher durch Ausreiben mit einem dünnen Nagel.

Eine weitere Lagerung, besonders für sehr empfindliche Versuche geeignet, ist das **Drahtlager**.

Herstellung des Drahtlagers (Fig. 10 a, b, c). Aus dem dem „Elektro-Matador“ beiliegenden Eisendraht wird eine Schlinge mittels Vorstecker am Stäbchen befestigt; dann wird der obere Teil der Schlinge, den man mit dem Fingernagel des Daumens faßt, nach unten gebogen (Fig. 10 b u. c). Die Schlinge 10 b kann auch hängend verwendet werden (Fig. 11 d).

Für stehende und liegende Wellen des Ankers beim Elektromotor und verschiedene andere Apparate eignet sich die **Druckknopflagerung** am besten. (Fig. 12.) Die Druckknöpfe werden mit Syndetikon festgeklebt oder mit kleinen Nägeln angenagelt. Der Glas-kopf der Stecknadel dreht sich sehr leicht in der Vertiefung des Druckknopfes.

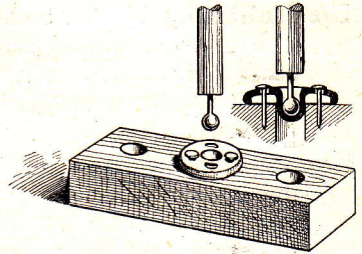


Fig. 12

Widerstand: Das Wesen der Widerstände wird im III. Teil des Bastelbuches zu Elektro-Matador näher erklärt werden. Vorläufig merken wir uns:

Den verwendeten Schwachstromquellen dürfen wir nicht zuviel Stromstärke (Ampère) auf einmal entnehmen, weil sie sich sonst zu rasch erschöpfen bzw. verbrauchen.

Bei einer Stromquelle von etwa **2 Volt Spannung** (z. B. 1 Akkumulatorzelle, 1 Bunsen- oder Daniel-Element etc.) müssen **insgesamt mindestens 14 m** isolierter Kupferdraht von 0.4 mm Durchmesser eingeschaltet werden.

Bei **3 bis 4 Volt Spannung** (z. B. 1 Taschenlampenbatterie, 2 Akkumulatorenzellen, 2 Bunsen- oder Daniel-Elemente oder 3 Leclanché- oder Beutel-Elemente) sind **mindestens insgesamt 28 m** dieses Drahtes einzuschalten; d. h. sind bei 3 bis 4 Volt Spannung zu dem Versuch oder Apparat selbst z. B. nur 14 m verwendet, so ist die zweite 14 m-Drahtrolle in den Stromkreis miteinzuschalten. Diese bildet dann den ergänzenden Widerstand (2 Ohm).

Unsere 5 m-Drahtrolle hat einen Widerstand von $\frac{3}{4}$ Ohm. Schalten wir alle vier Drahtrollen ein, so haben sie zusammen $2 \times 2 \text{ Ohm} + 2 \times \frac{3}{4} = 5\frac{1}{2}$ Ohm Widerstand.

Damit die im Folgenden angeführten Versuche gelingen, ist es unbedingt erforderlich, stets die vorgeschriebene Drahtlänge zu verwenden.

Nichts wegwerfen! Kleine Draht- und Blechstückchen hebt man auf; man kann alles brauchen; wenn nicht heute, so ein nächstesmal bei anderen Versuchen.

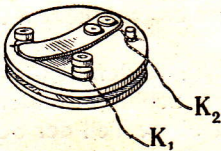


Fig. 13 a, der fertige Taster.



Fig. 13 b

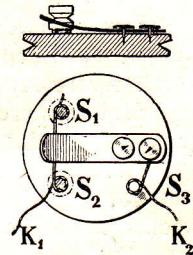


Fig. 13 c

Anfertigung des Tasters für Schwachstrom.

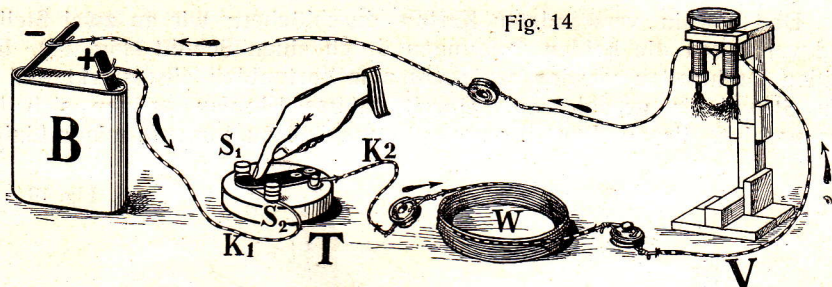
Vor Beginn der Versuche

wird ein Taster angefertigt, wie Fig. 13 a zeigt. Dieser ist notwendig, um ein schnelles Ein- und Ausschalten des elektrischen Stromes bei den Versuchen zu ermöglichen.

Fig. 13 b. Der kleine Messingblechstreifen (1 cm breit und 5 cm lang) aus dem „Elektro-Matador“ wird an den Ecken mit einer Schere abgerundet. An einem Ende werden zwei Löcher, 15 mm voneinander entfernt, mit Hilfe eines Nagels durchgeschlagen.

Fig. 13 c. Zwei Drahtstücke, jedes 30 cm lang, werden am Rade Nr. 3 angebracht. Das von S 1 zu S 2 gespannte Drahtende K 1 muß blank gemacht werden. Es wird zuerst befestigt, hernach wird der vorher nach aufwärts gebogene Messingstreifen mit 2 Reißbrettstiften festgemacht. Der ebenfalls am Ende blank gemachte Draht K 2 wird gleichzeitig unter dem Messingblättchen festgeklemmt und außerdem am Stäbchen S 3 befestigt.

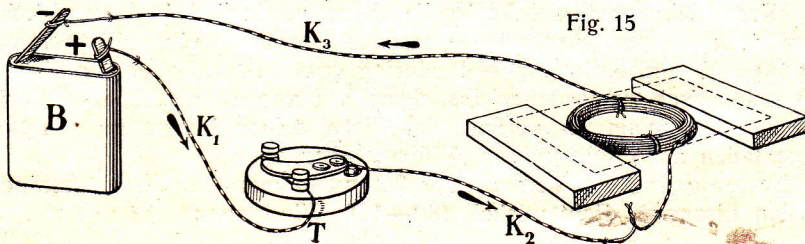
Der Taster ist somit fertig. Er soll bei allen Schwachstromversuchen verwendet werden. Die Verwendung des Tasters zeigt Fig. 14 (B = Stromquelle, T = Taster, V = Versuch, W = Widerstand). Drücken wir auf den Taster, so schließen wir den Stromkreis.



Um ein schnelles Zwischenschalten des Tasters und der Apparate zu ermöglichen, **verwende an allen Drahtenden die Druckknöpfe** zur Verbindung der Drähte. (Siehe Fig. 7 a bis 7 c und Fig. 14.)

1. Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes.

Zwei große Rollen Kupferdraht, von welchen wir je ein Drahtende nach Fig. 6 c bzw. Fig. 7 c verbunden haben, legen wir aufeinander auf den Tisch. Zu beiden Seiten der Rollen, die wir vorher mit etwas Bindfaden zusammengebunden haben, legen wir einen 4er und einen 5er Klotz (Fig. 15). Auf diese Klötze wird ein Kartonblatt, z. B. eine Postkarte, mit Reißnägeln befestigt.



Dann streuen wir auf die Stelle des Kartons, die über dem Drahring liegt, Eisenspäne, etwa eine Messerspitze voll, wobei auf gleichmäßige Verteilung der Späne zu achten ist (Fig. 16).

Vorher haben wir bereits den Drahring, wie Fig. 15 zeigt, mit dem Taster und der Batterie verbunden. (Siehe auch Fig. 14.)

Wir drücken auf den Taster und lassen den elektrischen Strom durch den Drahring fließen; gleichzeitig klopfen wir ganz leicht mit dem Finger auf den Karton. Die Eisenspäne wandern alle an jene Stelle, unter welcher der Ring liegt und ordnen sich in der gleichen Form an, die der darunterliegende Ring besitzt (Fig. 17). Gelingt dieser Versuch nicht, so ist der obere Drahring umgekehrt auf den unteren zu legen.

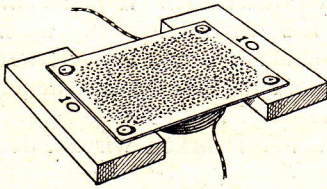


Fig. 16

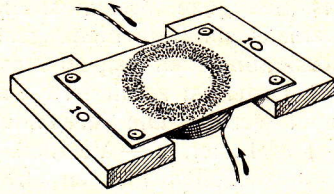


Fig. 17

Den vorhin verwendeten Karton durchlöchern wir an zwei Stellen und verbinden die beiden Öffnungen durch einen Schnitt (Fig. 18). Die beiden Drahtrollen werden senkrecht zum Kartonblatt eingesteckt und in den Stromkreis geschlossen. Durch sanftes Klopfen ordnen sich bei Stromschluß die am Blatt liegenden Eisenspäne zu bogenförmigen Linien.

Fig. 18

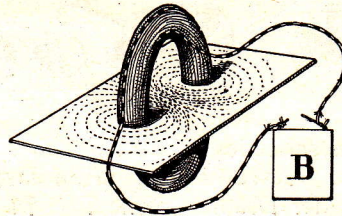
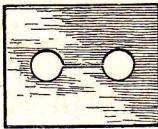


Fig. 19

Der eingeschaltete elektrische Strom hat dem Drahringe eine besondere Eigenschaft gegeben. Von dem durch den elektrischen Strom durchflossenen Draht geht eine Wirkung aus, welche die auf dem Karton befindlichen Eisenteilchen ordnet. Diese Wirkung, die wir bei dem Versuche festgestellt haben, ist eine elektromagnetische Erscheinung.

2. Elektromagnetismus.

Diese elektromagnetische Kraftwirkung wird aber bedeutend erhöht, wenn man in den stromdurchflossenen Drahring einen Eisenkern hält (Fig. 20). E = Eisenkern, D = Drahring (zwei 14 m-Rollen), F sind von dem magnetisch gewordenen Eisenkern angezogene Eisenspäne. Entfernt man den Drahring, so verliert das Eisen seinen Magnetismus und die Späne fallen ab. Entdeckt von William Sturgeon 1825.

Besser gelingt der Versuch Fig. 20, wenn man den Draht unmittelbar auf den Eisenstab dicht wickelt (80—100 Windungen).

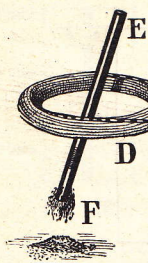


Fig. 20

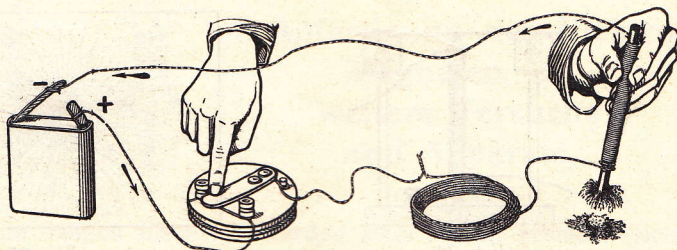


Fig. 21

Der um den Eisenstab gewickelte Draht darf von der Rolle, von der er abgewickelt wurde, nicht getrennt werden, wie aus Fig. 21 ersichtlich ist. Die bei diesem und einigen folgenden Versuchen zwischen Versuch und Batterie geschaltete eine bzw. zwei Drahtrollen dienen als „Widerstand“ und verhindern ein zu schnelles Verbrauchen der Batterie. (Siehe unter Elektrische Maßeinheiten, letzter Absatz.)

Schließen wir wieder den Stromkreis, so hält der Eisenkern wieder Späne fest und läßt sie beim Öffnen des Stromes fallen (Fig. 21).

Solange der Stromkreis geschlossen ist, besitzt der Eisenstab eine besondere Eigenschaft, die wir

„Magnetismus“

nennen. Da bei diesem Versuche der Magnetismus durch den elektrischen Strom hervorgerufen wird, sprechen wir vom

„Elektromagnetismus“.

Die stromdurchflossene Spule mit dem Eisenkern heißt

„Elektromagnet“.

Die beiden Stabenden, an denen sich die stärkste magnetische Wirkung äußert, sind die

„Pole“

des Elektromagneten.

3. Kraftlinienbilder an den Magnetpolen.

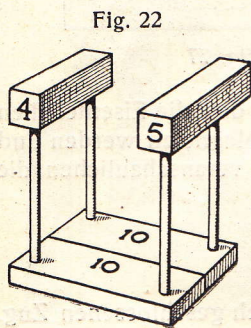


Fig. 22

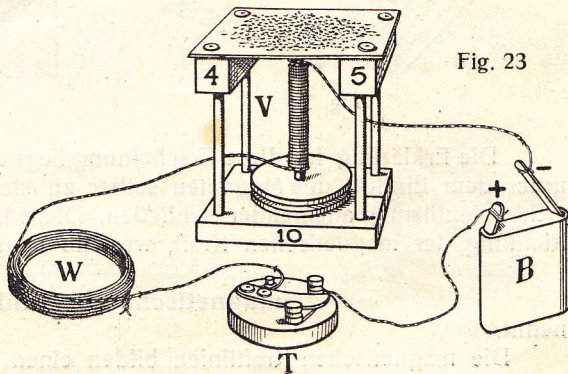


Fig. 23

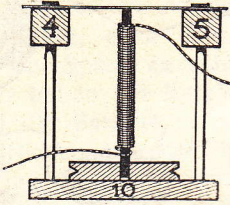


Fig. 24

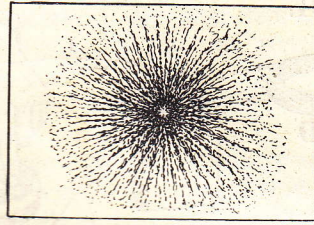


Fig. 25

Den unwickelten Eisenstab stellen wir im Gestell auf, Fig. 22, 23, 24, worauf ein Kartonblatt knapp über das obere Ende des Eisenstabes gelegt wird. Wir streuen gleichmäßig Eisenspäne wie bei Versuch 1 auf den Karton. Durch Niederdrücken des Tasters schließen wir den Stromkreis (Einschalten). Durch leichtes Klopfen auf den Karton ordnen sich jetzt die Eisenspäne um das Stabende, wie Fig. 25 zeigt. Dann schalten wir aus und öffnen dadurch den Stromkreis.

Wenn wir nun den Eisenstab so umkehren, daß wir das obere Stabende nach unten stellen und mit dem anderen Stabende denselben Versuch durchführen, so finden wir die gleiche Erscheinung.

Zu einem neuen Versuch legen wir den unwickelten Eisenstab wagrecht um und knapp darüber wieder einen Karton mit Eisenspänen (Fig. 26). Wir schalten ein und führen diesen Versuch in gleicher Weise wie den vorangehenden durch. Das Bild ist nunmehr ein anderes geworden. Während beim ersten Versuche sich die Eisenspäne in Büschelform an den Polen anordneten, bilden sie bei diesem zweiten Versuch bogenförmige Linien, die von einem Pol zum anderen streben (Fig. 27).

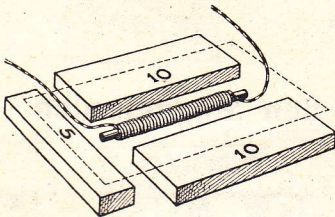


Fig. 26

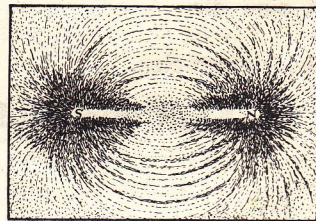


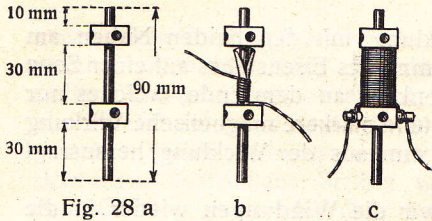
Fig. 27

Die Erklärung für diese Erscheinung liegt darin, daß die Eisenteilchen unter dem Einfluß des Magneten selber zu kleinen Magneten werden und sich linienförmig aneinander schließen. Diese Linien veranschaulichen die Richtung der magnetischen Kraft, weshalb man sie

magnetische Kraftlinien

nennt.

Die magnetischen Kraftlinien bilden einen in sich geschlossenen Zug.



4. Anfertigung des Elektro-Magneten für weitere Versuche und Apparate.

Auf den 9 cm langen Eisenstab werden zwei Naben gesteckt (siehe Fig. 28 a). Eine Nabe soll 1 cm von dem einen Stabende, die andere Nabe 3 cm vom anderen Stabende entfernt sein.

Zwischen den Naben rollen wir um den Eisenstab etwas Papier und bedecken damit das Eisen an dieser Stelle vollständig. Der isolierte Kupferdraht einer großen Rolle (14 m) wird nun fast zur Gänze zwischen den beiden Naben aufgewickelt*). Beim Beginn des Wickelns lassen wir ein 20 cm langes Stück Drahtende frei abstehen. In engen, möglichst gleichmäßigen Windungen wird der Draht aufgewickelt. Ist dies geschehen, so werden beide Drahtenden der Wicklung an zwei vorher in die Nabe gesteckte Stäbchen befestigt, um ein Aufrollen des Drahtes zu verhindern (Fig. 28 b u. c).

Werden nun die beiden blanken Drahtenden mit einer Batterie samt Widerstand (siehe Fig. 21) verbunden, so können wir gegenüber Versuch Fig. 21 eine stärkere magnetische Kraftwirkung des Eisenstabes beobachten, wenn wir Eisenfeilspäne oder kleine Nägel usw. festhalten, beziehungsweise heben lassen.

Wir haben uns auf oben beschriebene Weise einen

Elektro-Magnet

hergestellt, der bei Verwendung einer Taschenlampen-Batterie (3 bis 4 Volt und 1 Amp.) mehr als sein Eigengewicht anzieht und festhält (Versuch an beiden Stabenden).

Versuch: Heben von einzelnen Gewichten, Eisennägeln, Stecknadeln aus Stahl und sonstigen Eisenteilen. Welche Metalle zieht der Elektro-Magnet an?

Der Elektro-Magnet wird in dieser Form in der Folge für fast alle unsere Versuche und Geräte Verwendung finden. (Die Maße der Fig. 28 a sind genau einzuhalten.)

*) Um den Kupferdraht leicht in geordneten Lagen auf die Spulen wickeln zu können, benützen wir die Wickelmaschine (Fig. 29).

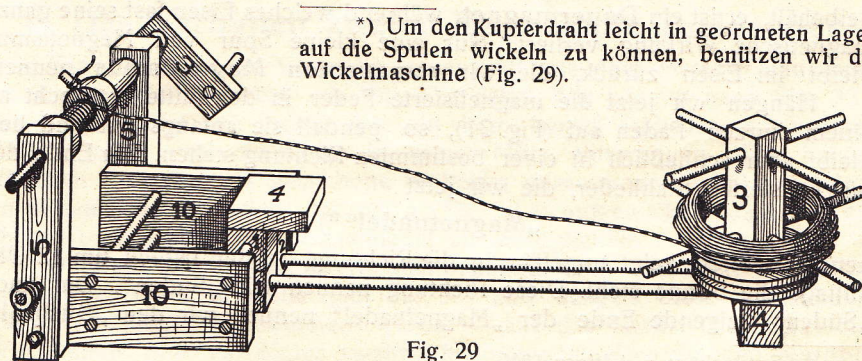


Fig. 29

Wir verschieben die gesamte Wicklung mit den beiden Naben am Eisenstab so weit, daß nur ungefähr 2 mm des Eisenstabes auf einer Seite vorstehen und beobachten, daß der Eisenkern an dem Ende, welches nur 2 mm aus der Wicklung ragt, eine bedeutend stärkere magnetische Wirkung zeigt als am anderen Ende, das fast 40 mm aus der Wicklung herausragt (Heben von Gewichten).

Nach diesem Versuche schieben wir die Windungen wieder in die Lage, wie Fig. 28 a zeigt.

5. Magnetisieren von Stahl und Polbestimmung.

Bestreichen wir eine Stahlfeder der Länge nach mit einem Pole des in den Stromkreis eingeschalteten Elektro-Magneten (eine 14 m-Rolle als Widerstand zwischenschalten!) und kehren wir im Bogen durch die Luft, wie Fig. 30 zeigt, zum Anfangspunkte der Stahlfeder zurück und wiederholen wir den gleichen Vorgang etwa hundertmal, so wird die Stahlfeder **magnetisiert**,

das heißt, sie wird magnetisch. (Versuch mit Eisenfeilspänen.)

Weitere Versuche der Magnetisierung können wir an Stahl- und Eisenstücken, Messern, Laubsägeblättchen, Schreibfedern usw. durchführen.

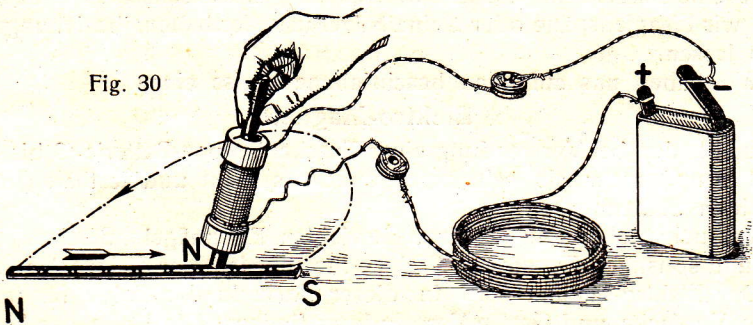


Fig. 30

Bei diesen Versuchen erkennen wir, daß Stahl die magnetische Wirkung beibehält, er ist ein **Dauermagnet**, während weiches Eisen fast seine ganze magnetische Wirkung verliert. Nur eine kleine Spur von Magnetismus bleibt im Eisen zurück, die wir **remanenten Magnetismus** nennen.

Hängen wir jetzt die magnetisierte Feder in der Mitte wagrecht an einem kurzen Faden auf (Fig. 31), so pendelt sie anfangs hin und her, bleibt aber schließlich in einer bestimmten Richtung stehen. Ein Ende der magnetisierten Stahlfeder, die wir jetzt

„**Magnetnadel**“*)

nennen wollen, zeigt ungefähr in die Richtung, in der täglich um 12 Uhr mittags die Sonne steht. Diese Richtung nennen wir „Süden“. Das nach „Süden“ zeigende Ende der „Magnetnadel“ nennen wir den „**Südpol**“.

*) Entdeckt von Adfiger 1260.

Das andere Ende der Nadel — der „Nordpol“ — zeigt in die entgegengesetzte Richtung, nach „Norden“. Den „Nordpol“ wollen wir uns für spätere Versuche anmerken und kleben nicht ganz an das Ende der Feder ein Stückchen Papier.

Mit dieser freischwebenden Magnetnadel können wir die Himmelsrichtungen feststellen. Stellen wir uns an das Südende der Nadel mit dem Gesicht gegen Norden, so haben wir links Westen, rechts Osten.

Von dieser Richtkraft der Magnetnadel macht man eine wichtige Anwendung beim

Kompaß,

der zur Bestimmung der Himmelsgegenden dient.

Lange vor unserer Verwendung war derselbe in China bekannt gewesen und wurde wahrscheinlich durch die Araber im 13. Jahrhundert in Europa eingeführt. Zur selben Zeit hatte man auch in England die Bezeichnung „lodestone“ oder „leadingstone“, das heißt wegweisender Stein für den Magnetstein benützt.

Wir zeichnen auf ein größeres Blatt Papier eine „Windrose“ (Fig. 32) von ungefähr 10 cm Durchmesser. Diese legen wir unter die schwebende Magnetnadel, so daß „Norden“ und „Süden“ der Zeichnung unter den gleichen Polen der Nadel liegen. Die Magnetnadel mit der Windrose

Fig. 31

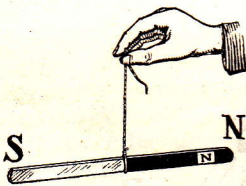


Fig. 32

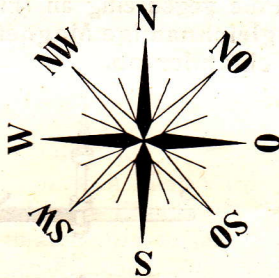
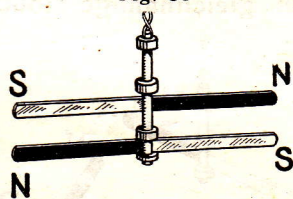


Fig. 35



bilden den Kompaß. Alle sonstigen Magnete und Metallgegenstände sind aus dem Bereich des Kompasses zu entfernen, da sie sonst die Magnetnadel des Kompasses in eine andere Richtung ablenken könnten.

6. Das Verhalten zweier Magnetpole zueinander.

Für die weiteren Versuche bauen wir aus dem Matador-Baukasten Nr. 1 ein Aufhängegerüst, wie Fig. 33 a zeigt. Wir hängen nach Fig. 33 b die Magnetnadel auf, indem wir ein 4 cm langes Stäbchen am unteren Ende spalten und die Feder in seiner Mitte einzwängen. Die beiden Röllchen R halten das gespaltene Stäbchen zusammen. Das Ganze hängt an einem dünnen Faden, der bei a (Fig. 33 a) aufgewickelt wird, um ein Heben und Senken der Magnetnadel zu ermöglichen.

Wir nehmen nun eine zweite Stahlblechfeder aus dem Elektro-Matador, magnetisieren sie ebenfalls (laut Fig. 30) und hängen diese — nachdem die erste Nadel abgenommen wurde — auf das Gerüst (Fig. 33 a) auf. Wir stellen nun an dieser zweiten Magnetnadel ebenfalls den Nordpol

fest und merken uns diesen mit Papier an. Nun beobachten wir das Verhalten der Pole der beiden Magnetnadeln zueinander.

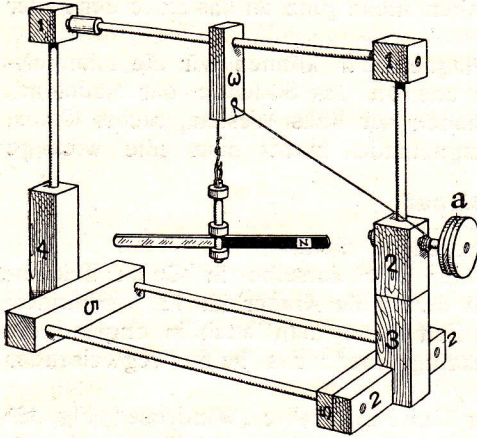


Fig. 33 a

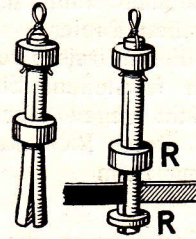


Fig. 33 b

Wird der Nordpol der abgenommenen Magnetnadel B dem Nordpol der hängenden Magnetnadel A genähert, so finden wir, daß sich die beiden Pole abstoßen (Fig. 34 a). Nähern wir dagegen

den Südpol von B dem Nordpol der Magnetnadel A oder umgekehrt, so ziehen sich die beiden Pole gegenseitig an (Fig. 34 b).

Wir folgern daraus: **Ungleichnamige Magnetpole ziehen einander an, gleichnamige stoßen einander ab.**

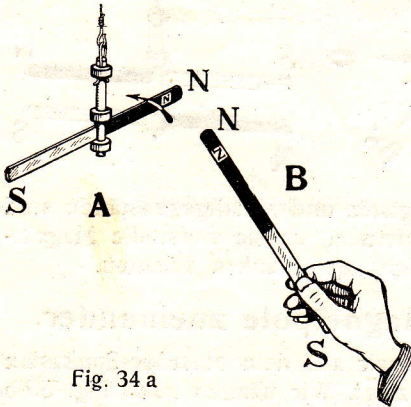


Fig. 34 a

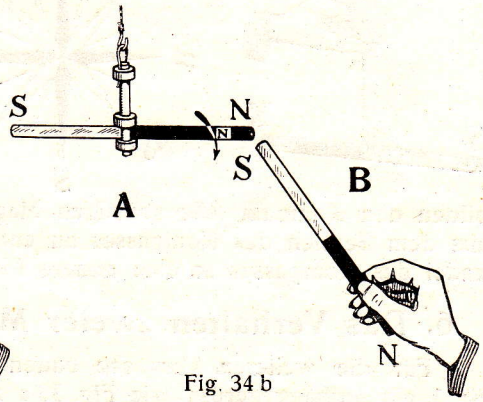


Fig. 34 b

7. Astatisches Nadelpaar.

Erfunden von Ampère 1820.

Werden zwei möglichst gleich stark magnetisierte Magnetnadeln so miteinander starr verbunden, daß die ungleichnamigen Pole übereinander liegen (Fig. 35) und dann an einem Faden aufgehängt, so bleiben sie in jeder Richtung stehen; sie heben ihre Wirkung gegenseitig auf. Das Nadelpaar ist astatisch, das heißt dem Erdmagnetismus gegenüber unempfindlich; es stellt sich in jede beliebige Lage ein. (Anwendung siehe Seite 24.)

8. Polbestimmung des Elektromagneten mittels der Magnetnadel und Uhrzeigerregel.

a) Nähern wir dem eingeschalteten Elektromagnet Fig. 28 c (eine 14 m-Rolle als Widerstand zwischenschalten!) einer Magnetnadel (Fig. 36), so sehen wir dieselben Erscheinungen wie bei Versuch Nr. 7: „Ein Pol des Elektromagneten zieht den Nordpol der Magnetnadel an und stößt den Südpol ab.“ Der entgegengesetzte Pol des Elektromagneten zeigt die gegenteilige Erscheinung (Fig 37).

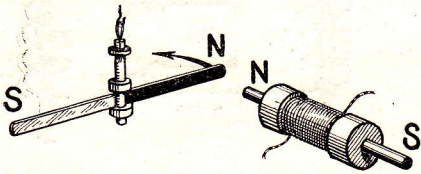


Fig. 36

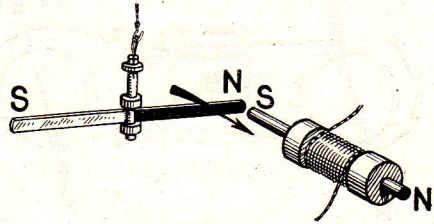


Fig. 37

Der Elektromagnet hat also ebenfalls zwei magnetische Pole, die die gleiche Eigenschaft haben wie die Pole der Magnetnadel.

b) Wechseln wir die Drahtenden der Elektromagnetwicklung an den Polen der Batterie (siehe Fig. 38, 39), das heißt, lassen wir den Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Draht der Wicklung fließen, so finden wir bei neuerlichem Versuche mit der Magnetnadel, daß auch der Elektromagnet seine Pole gewechselt hat.

Wir folgern daraus: Die **Richtung des elektrischen Stromes** ist ausschlaggebend dafür, ob sich der Nordpol des Elektromagneten am oberen oder unteren Ende des Eisenstabes bildet.

Der Strom fließt immer vom positiven (+) Pol der Batterie durch die Drahtwicklung um den Eisenstab zum negativen (—) Pol der Batterie zurück.

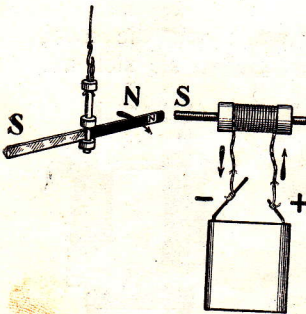


Fig. 38

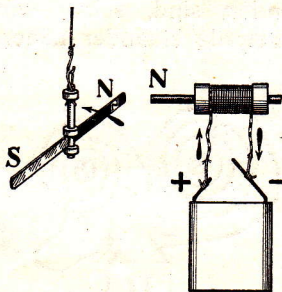


Fig. 39

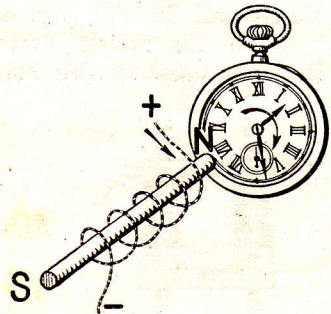


Fig. 40

Wir verfolgen jetzt die Richtung des elektrischen Stromes im Falle a und b.

War die Batterie so eingeschaltet, daß der elektrische Strom die Wicklung um den Eisenstab in der gleichen Richtung durchfließt, in der sich ein Uhrzeiger bewegt, so befindet sich, wie uns der Versuch zeigte, an dem dem Zifferblatte zugewendeten Ende des Elektromagneten der Nordpol, an dem uns zugewendeten Ende der Südpol des Elektromagneten (Fig. 40).

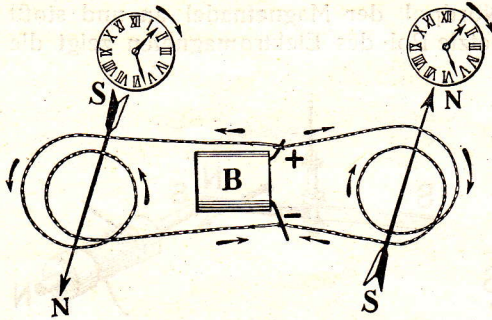


Fig. 41

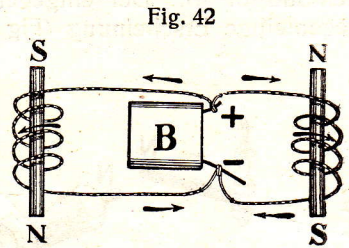


Fig. 42

Umkreist der Strom den Eisenstab im entgegengesetzten Sinne (Fig. 41, 42), so entsteht dort, wo früher der Nordpol des Elektromagneten war, jetzt der Südpol. Die Stromrichtung können wir umkehren durch **Wechseln der Batteriepole** oder durch **entgegengesetztes Wickeln** des Drahtes um den Eisenkern.

9. Der zwischenkelige Elektromagnet.

Für viele unserer Apparate benötigen wir eine stärkere magnetische Kraft als bei den bisherigen Versuchen. Wir verfertigen uns deshalb zwei Elektromagnete nach der Anleitung Fig. 28.

Die Drahtwindungen der zwei Spulen verbinden wir so miteinander, daß der Strom jeden der beiden Eisenstäbe in einer anderen Richtung umfließt (Fig. 45). Dadurch erhalten wir beim Einschalten des Stromes an den nebeneinander liegenden Enden der Elektromagnete je einen Nord- und Südpol (Fig. 44).

Ob sie richtig verbunden sind, sehen wir, wenn wir die zwei längeren vorstehenden Magnetpole einander nähern. Ziehen sie sich an,

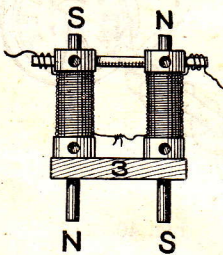


Fig. 44.
2 Elektromagnete nebeneinander.

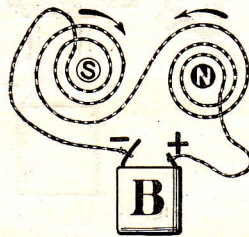


Fig. 45.
Stromrichtung in den zwei Spulen.

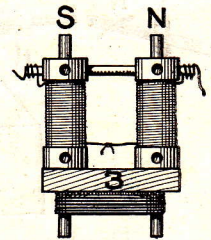


Fig. 46. Zwei Pole der Elektromagnete mit Eisendraht verbunden.

dann ist die Verbindung der beiden einfachen Magnete richtig; ziehen sie sich nicht an, dann ist die Drahtverbindung der beiden Spulen zu ändern. (Prüfe neuerlich!)

Dann stecken wir beide Magnete mit den längeren Polen fest in ein Dreierbrettchen (Fig. 44).

Die unter dem Brettchen hervorstehenden Enden der Eisenkerne verbinden wir mit Eisendraht, wodurch beide Elektromagnete zu einem einzigen vereinigt werden (Fig. 46). Von den vier Polen der beiden Magnete bleiben nunmehr nur zwei übrig, deren Anziehungskraft jedoch nahezu doppelt so stark ist.

Diese Magnetordnung, die einem Hufeisenmagnet in Form und Wirkung gleicht, wollen wir in Hinkunft bei den meisten Apparaten verwenden.

10. Prüfen der Pole des hufeisenförmigen Elektromagneten nach der Fertigstellung.

a) Mit der Magnetonadel.

Den eben beschriebenen Elektromagnet stecken wir in ein Dreierad (Fig. 47) und können nun mit einer an einem Bindfaden hängenden Magnetonadel feststellen, ob wir ungleichnamige Pole erhalten haben. Vergleiche Seite 19, Fig. 38, 39.

b) Kraftlinienbilder.

Stellen wir unseren Elektromagneten unter ein Gestell (Fig. 48), so erhalten wir auf einem Kartonblatt (Papier) bei ungleichnamigen Polen Kraftlinienbilder, wie Fig. 49 zeigt. In diesem Falle ziehen die Magnetpole einander an, die Kraftlinien streben von einem Pole zum anderen. Die Spulen sind richtig verbunden.

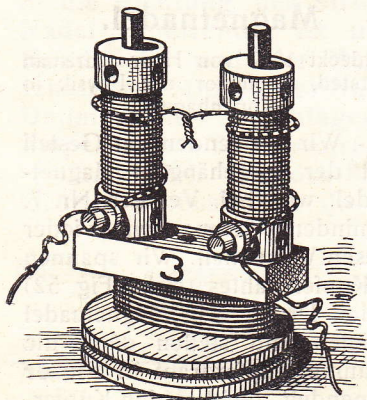


Fig. 47. Der fertige Elektromagnet.

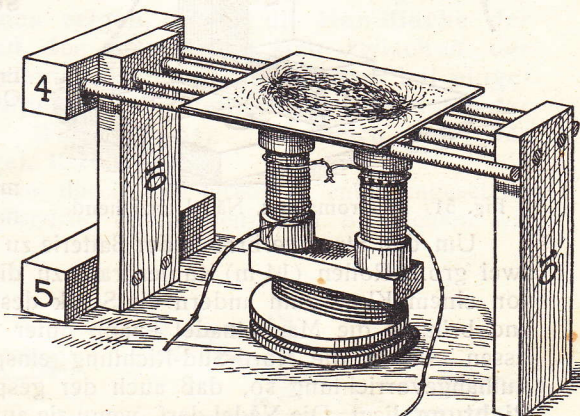


Fig. 48. Gestell für den Kraftlinienversuch.

Wurden die Spulen falsch miteinander verbunden, so erhalten wir Kraftlinienbilder nach Fig. 50. Die gleichnamigen Pole stoßen einander

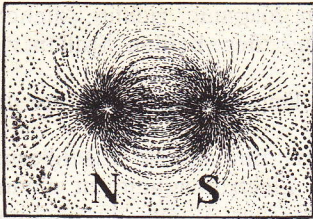


Fig. 49. Kraftlinienbild bei richtig verbundenen Spulen.

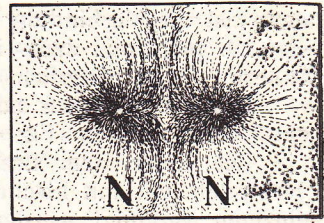


Fig. 50. Kraftlinienbild bei falsch verbundenen Spulen.

ab, was wir auch an den Kraftlinien wahrnehmen. Es müssen daher bei einer Spule die Drahtenden vertauscht werden.

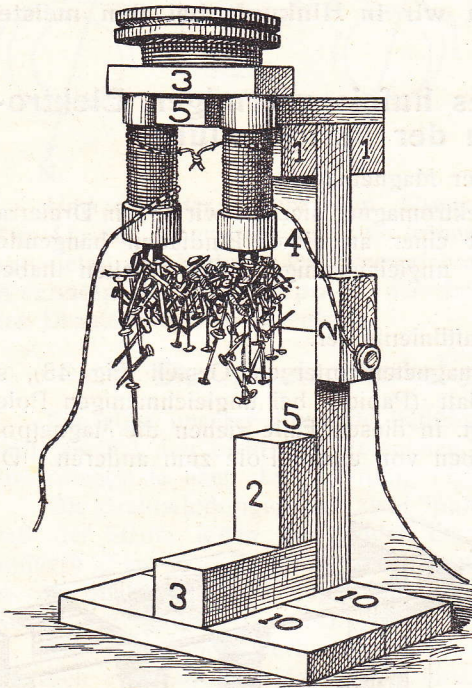


Fig. 51. Elektromagnet, Nägel anziehend.

Um den Stromverbrauch der Batterie zu mindern, nehmen wir wieder zwei große Rollen (14 m) Kupferdraht zu diesen Versuchen. Wir spannen von einem Klotz zum andern ein Stück des Kupferdrahtes (siehe Fig. 52) und bringen die Magnetnadel knapp unter den Draht. Die Magnetnadel lassen wir in die Nord-Süd-Richtung einspielen und stellen dann die Aufhängevorrichtung so, daß auch der gespannte Kupferdraht **in dieser Richtung** liegt. Die Nadel darf, wenn sie auspendelt, nicht an den Kupferdraht anstreifen.

Beim Einschalten des Stromes wird sich eine Ablenkung der Magnetnadel zeigen.

11. Heben von Lasten.

Gebaut aus Matador Nr. 1 mit Elektro-Ergänzung, das ist Elektro-Matador Nr. 173.

Befestigen wir unseren Elektromagneten an einen Gestell (Fig. 51), so können wir Nägel, Eisenspäne usw. anziehen und so lange festhalten lassen, als wir eingeschaltet haben. Bei Verwendung einer frischen Batterie von 4 Volt und 1 Ampère hält dieser Magnet ein Gewicht von 1 Kilogramm fest.

12. Einfluß des elektrischen Stromes auf eine Magnetnadel.

Entdeckt 1819 von Hans Christian Oersted, Professor der Physik in Kopenhagen.

Wir verwenden das Gestell mit der aufgehängten Magnetnadel wie bei Versuch Nr. 7.

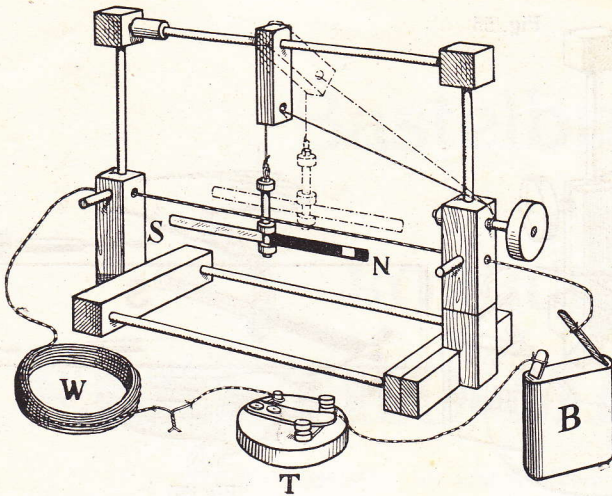


Fig. 52

verschiedene Höhenlagen links und rechts vom Draht (Fig. 52), was wir durch seitliches Verstellen des Dreierbrettchens erreichen. (In Fig. 52 durch punktierte Linien angedeutet.) Dabei werden wir bemerken, daß der Ausschlag der Nadel nach verschiedenen Richtungen stattfindet, je nachdem, ob sich der Draht ober- oder unterhalb der Schwingungsebene der Magnetnadel befindet.

Natürlich muß bei allen diesen Versuchen der Strom durch den Draht immer in der gleichen Richtung fließen. Wir beobachten die Stromrichtung und leiten uns aus diesen Versuchen folgende Regel ab, nach der wir den Ausschlag der Magnetnadel **vorausbestimmen** können.

Regel: Halten wir die rechte Hand so, daß die Fingerspitzen in die Richtung des Stromes zeigen, wobei die Handfläche der Nadel zugewendet ist und der Stromleiter sich zwischen der Handfläche und der Magnetnadel befindet, so wird bei eingeschaltetem Strome der Nordpol der Magnetnadel immer nach der Daumenseite ausschlagen (Fig. 53, 54). (Identisch mit der Ampèreschen Schwimmregel, 1826.)

Lassen wir nun den Strom durch den Draht in entgegengesetzter Richtung fließen (Pole der Batterie vertauschen) und beobachten wir

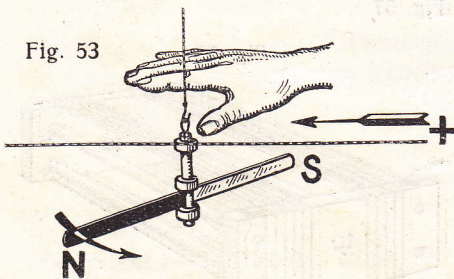


Fig. 53

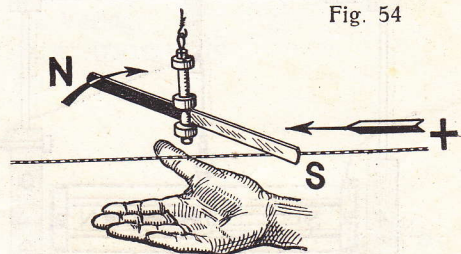


Fig. 54

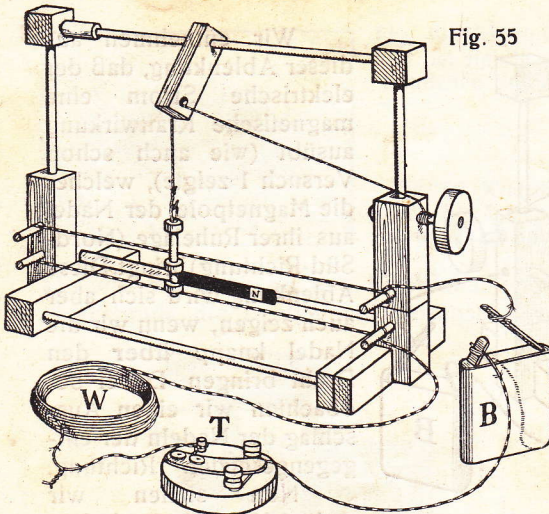


Fig. 55

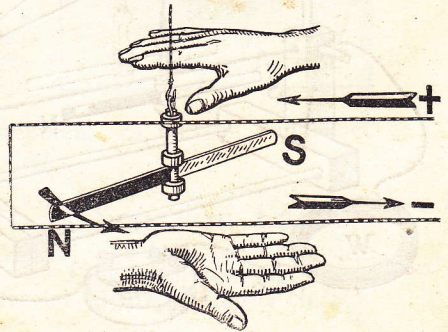


Fig. 56

wieder die Ablenkung der Magnetnadel, so bestätigt uns dieser Versuch ebenfalls obige Regel, wie uns Fig. 53 und 54 zeigen.

Wir spannen den Kupferdraht entlang der Nadel um sie herum (Fig. 55), so daß der eine Teil oberhalb, der andere Teil unterhalb zu liegen kommt. Schicken wir durch diesen Draht den elektrischen Strom, der in dem oberen Teile des Drahtes in der einen und im unteren Teile des Drahtes in der entgegengesetzten Richtung an der Nadel vorbeifließt (Fig. 56), so haben wir eine kräftigere (doppelt so starke) Ablenkung der Nadel als beim vorigen Versuch.

Um eine noch kräftigere Wirkung zu erzielen, führen wir den Draht in mehreren Windungen (multiplizierendes Drahtgewinde, erfunden von Schweigger 1820) ober- und unterhalb der Nadel und haben dadurch das einfachste „Galvanoskop“ gebildet, das zum Nachweise schwacher elektrischer Ströme (Schnitt Fig. 57 und Fig. 58) dient.

Die Wirkung der Ausschläge kann auch durch Verwendung des astatischen Nadelpaares gesteigert werden. Die untere Nadel hängt innerhalb des Drahtgewindes, die obere pendelt über der oberen Drahtlage.

Erfunden von Nobili 1826, angewendet von Gauß und Weber 1833 beim Nadellelegraph.

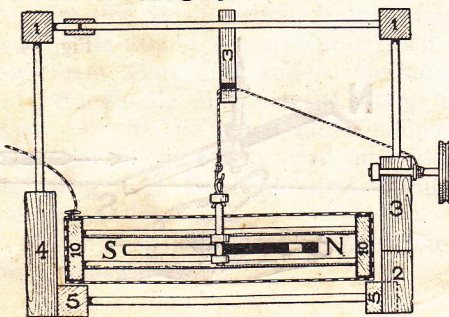


Fig. 57

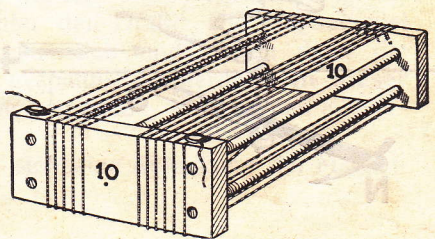


Fig. 58