



Der kleine
Magnetkasten
ab 10 Jahre

The Little
Magnet Box
10 years +

La Petite
Boîte d'Aimants
à partir de 10 ans



spielen experimentieren erleben

Der kleine Magnetkasten



Magnetismus ist eine „Urkraft“. Es gibt eisenhaltige Steine, die von Natur aus magnetisch sind – man sieht es ihnen nicht an. Wir haben keine Sinnesorgane, die auf Magnetismus ansprechen. Ohne Hilfsmittel können wir magnetische Gegenstände nicht von unmagnetischen unterscheiden. Aber wir können die geheimnisvollen magnetischen Kräfte spüren, beobachten und untersuchen. In diesem Experimentierkasten findest du einige Gegenstände, mit denen du den Magnetismus und seine Wirkungen kennen lernen kannst.

Ab 10 Jahre

Achtung: Enthält verschluckbare Magnete, Eisen- und Kleinteile. Verschluckte, sich gegenseitig anziehende Teile können zu ernsthaften Verletzungen führen. Im Verschluckungsfall sofort einen Arzt aufsuchen.

Die Eisenspäne sind nicht giftig, da sie jedoch schnell rostig werden (oxidieren), können sie im Auge gefährlich sein! Falls Eisenspäne ins Auge kommen: Das Auge mit viel Wasser spülen und sofort einen Augenarzt aufsuchen.

Kinder unter 8 Jahren dürfen nur gemeinsam mit Erwachsenen experimentieren!

Experimentiermaterial für kleine Kinder unzugänglich aufbewahren.

Die Magnete nicht nahe an Kassetten, Disketten, Computer und andere elektronische Geräte bringen. Die magnetisch gespeicherten Daten können dabei verloren gehen.

Die Versuche mit elektrischem Strom nur mit einer 4,5-V-Batterie durchführen, die Drähte auf keinen Fall in eine Steckdose halten. Lebensgefahr.

Firmenanschrift für spätere Rückfragen aufbewahren.



Walter Kraul GmbH
Neufahrner Weg 2
D-82057 Icking

www.spielzeug-kraul.de

Inhalt:

- 1 Stabmagnet
- 3 Stahlnadeln
- 2 Stahlkugeln
- 1 Klarsichtkästchen mit Eisenspänen
- 10m isolierter Kupferdraht
- 1 Weicheisen-Kern (Eisenstift 5 mm Ø)
- 2 Papphülsen
- 1 Ausschneidebogen Auto
- 1 kleine Wäscheklammer
- 1 Tüte Nägel

Eine Batterie ist nicht enthalten!

Was du beim Experimentieren noch gebrauchen kannst:

altes Messer, Aquarium oder Schüssel voll Wasser, Korken, etwas Nähfaden oder eine dünne Schnur, Watte oder Wolle, Pappe, Klebstreifen, Klebstoff, Gabel, Zange, Stecknadel, 4,5-Volt-Batterie

Und für die Profis:

Campinggaskocher

Inhaltsverzeichnis

Inhalt: 4

1. Teil: Ferromagnetismus – Magnetische Kräfte des Eisens 6

Nagelkette 6

Was bleibt an einem Magneten hängen? 7

Eisenspäne im Magnetfeld 8

Ein Magnet führt andere Gegenstände 9

Magnetauto 10

Kompass – ein Stahldraht wird zum Magneten . . . 11

Das Magnetgesetz 13

Magnetpendel 14

Halbieren einer Magnethöhle 15

Die schwimmende Stecknadel 16

Magnetschiff 17

Entmagnetisieren 19

2. Teil: Elektromagnetismus – Magnetische Kräfte des elektrischen Stroms 19

Wie hängt der Magnetismus mit dem elektrischen Strom zusammen? 19

Magnetwirkung um einen stromdurchflossenen Draht 20

Elektromagnet 21

Schlusswort 23

1. Teil: Ferromagnetismus – Magnetische Kräfte des Eisens

Nagelkette

Das wichtigste Teil in diesem Experimentierkasten ist natürlich der Stabmagnet. Nimm ihn in die Hand und halte ihn in die ausgeschütteten Nägel. Es werden alle wild durcheinander an dem Magneten haften bleiben. So sammeln auch Schneider ihre verlorenen Nadeln wieder auf. Entferne die Nägel wieder und versuche, sie einzeln als Kette an den Magneten zu hängen. Mit etwas Geduld wird es eine Kette von 5 oder 6 Nägeln. Ähnlich kannst du bis zu drei Nägel übereinander nach oben an den Magneten heften (Abb. 1). Der Magnet schickt seine Kraft bis in den letzten Nagel, das nennt man „magnetische Influenz“. Sobald der

erste Nagel vom Magneten abgenommen wird, fallen auch alle anderen mit ab. Abgelöst vom Magneten bleibt in den Nägeln nur ein schwacher Restmagnetismus zurück.

Besser kannst du das mit dem dicken Eisenstift und den Nägeln zusammen probieren: Führe den Magneten allmählich immer näher an den Eisenstift und beobachte an den Nägeln, wie die magnetische Kraft in dem vorher nicht magnetischen Eisen wächst (Abb. 2). Vergrößerst du den Abstand zwischen Magnet

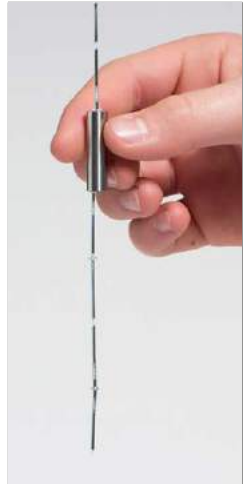


Abb. 1: Nagelkette

und Eisen wieder, so fallen die Nägel ab, weil der Magnetismus im Eisen wieder nachlässt. Einzelne Nägel können allerdings auch bei entferntem Magneten hängen bleiben. Diesen Effekt nennt man „Restmagnetismus“.

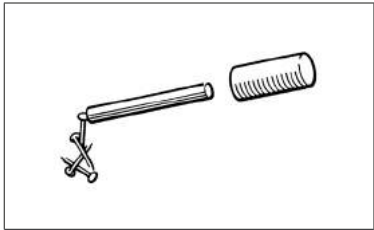


Abb. 2: Magnetische Influenz

Wenn du die letzten Nägel abnimmst, kann sie der Eisenstift nicht wieder neu anziehen. Dieser vorübergehende Magnetismus ist eine Eigenschaft von weichem Eisen. Das Gegenteil ist gehärtetes Eisen, das seine Magnetisierung behält.

Was bleibt an einem Magneten hängen?

Außer den Nägeln gibt es noch eine Menge anderer Dinge, die der Magnet anzieht: Schrauben, Büroklammern, manche Geldstücke, Schlüssel, Reißnägel und vieles mehr. An größeren Gegenständen bleiben die Magnete selbst haften, zum Beispiel an Küchengeräten wie Rührbesen und Sieben, an Werkzeugen wie Hammer, Zange und Schraubenzieher oder an Heizkörpern und Magnettafeln.

Alles, was der Magnet anzieht oder was ihn festhält, enthält Eisen. Zwar reagieren Nickel oder Kobalt auch auf magnetische Kräfte, diese beiden Metalle sind aber recht selten und teuer, daher begegnen sie dir kaum in kompakter Form. Andere Metalle zieht der Magnet nicht an. Du kannst es zum Beispiel an den Kupferteilen in deinem Experimentierkasten ausprobieren. Mit dem Magneten kannst du also feststellen, ob ein Gegenstand aus Eisen ist oder nicht. Manchmal findest du Dinge

wie Büroklammern oder Geldstücke, die gold-, silber-, kupfer- oder messingfarben sind und trotzdem vom Magneten angezogen werden. Sie sind dann aus Eisen und haben nur eine andere Oberfläche. Wie ist das bei Emaille? Mit einem Magneten kannst du prüfen, ob Eisen enthalten ist.

Versuche doch einmal in der Mitte von deinem Magnet einen Nagel anzuhängen, es ist nicht möglich: Genau in der Mitte eines Magneten fehlt die magnetische Kraft gänzlich, der Nagel springt sofort zum einen oder anderen Ende.

Eisenspäne im Magnetfeld

Nimm jetzt die kleine durchsichtige Schachtel mit den Eisenspänen, lasse sie zunächst zu und halte von außen deinen Magneten daran. Da rührt sich was! Sei vorsichtig, wenn du die kleine Schachtel aufmachst, denn sonst hängen alle Späne wie ein Bart an deinem Magneten und lassen sich nur noch schwer ablösen. Streue die Späne in den Pappdeckel des Experimentierkastens und halte den Magneten darunter. Hältst du ihn

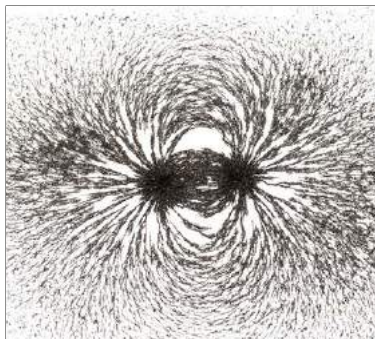


Abb. 3: Eisenspäne im Magnetfeld

quer unter die Schachtel, so ordnen sich die Späne wie in Abb. 3 an. Du hast das „magnetische Feld“ sichtbar gemacht. An den Magnetenden siehst du die starken „Magnetpole“ und du erkennst auch die Kraftlinien, die die Pole miteinander verbinden. Wenn du den Magneten senkrecht

unter den Pappdeckel hältst, stehen die Eisenspäne richtig auf, sie verhalten sich wie viele kleine Nägel!

Schütte nun die Eisenspäne vorsichtig aus dem Pappdeckel in die kleine durchsichtige Schachtel zurück, und hebe sie dort für das nächste Mal auf. Verstreute Eisenspäne kannst du ganz einfach aufsammeln, indem du zwischen die Eisenspäne und deinen Magneten ein Papier hältst. So bleiben die Eisenspäne vom Magneten angezogen am Papier hängen. Entfernst du den Magneten, fallen die Späne in die Schachtel.

Ein Magnet führt andere Gegenstände

Lege eine Stahlkugel in den Pappdeckel und halte deinen Magneten darunter. Wie du ihn auch unter dem Deckel bewegst, die Kugel wird ihm folgen (Abb. 4). Die unsichtbare magnetische Kraft geht, wie du schon beim Versuch mit den Eisenspänen gesehen hast, durch die Pappe hindurch. Dieses Experiment kannst du mit allerhand kleinen Eisenteilen wiederholen: mit Nägeln, Büroklammern oder auch

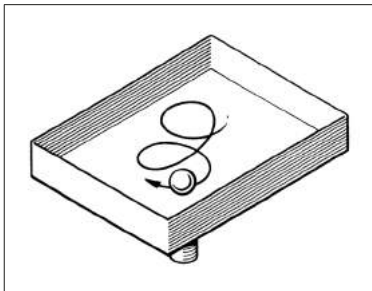


Abb. 4: Ein Magnet führt eine Kugel von unten

mit beiden Dingen zusammen und der Kugel dazu. Sofern du nicht zu viel auflädst, nimmt der Magnet alles mit.

Die magnetische Kraft kann nicht nur durch Pappe oder Kunststoff hindurch wirken. Probiere alles aus, was du zur Hand hast

und was nicht zu dick ist. Du siehst, dass der Magnetismus durch fast alle Materialien hindurchgeht: durch Holzplatten, Glas, Kunststoffe, Leder, Textilien, Porzellan, ja sogar durch den menschlichen Körper. Probiere das am Ohrläppchen aus – du selbst spürst dabei nichts vom Magnetismus! Auch durch Metallplatten wirkt der Magnetismus hindurch. Du kannst die Kugel auf Aluminium-, Kupfer- oder Messingblech, auch auf einem Zinnteller mitführen. Nur mit einem Eisenblech, zum Beispiel einem Backblech, geht das nicht. Das Eisen saugt förmlich die magnetische Kraft auf und lässt sie nicht bis zur Kugel gelangen. Man kann auch sagen, das Eisen schirmt den Magnetismus ab.

Die genaueste Uhr in Deutschland ist die Atomuhr in Braunschweig. Sie wird durch Eisenplatten abgeschirmt, sonst würden die Magnetfelder der Umgebung die komplizierte Technik stören und die Zeit würde falsch berechnet werden.

Magnetauto

Fast wie bei einem Zaubertrick kannst du ein kleines Auto über einen Teller fahren lassen, ohne es direkt zu berühren: Bastle dir aus dem Ausschneidebogen das Auto (Abb. 5) oder erfinde eine eigene Karosserie für das Magnetauto. Schneide am Ausschneidebogen alle ausgezogenen Linien aus. An den gestrichelten Linien wird das Papier geritzt und dann geknickt. Die bedruckte Seite soll nach außen sehen. Nun klebe die Laschen fest. Dann musst du das Pappröhrchen mit etwas Klebstoff versehen und von unten her durch das eingeschnittene Bodenloch stecken, bis es an der Decke des Fahrerhäuschens anstößt. Das Röhrchen steht am Boden etwas heraus. Schließlich kannst du die vier Räder aus Pappe oder einem dicken Papier ausschneiden und seitlich ankleben. Die Räder brauchen sich

nicht zu drehen. Wenn du nun auf einer Pappe als Unterlage das Lastauto so auf die Kugel stellst, dass die Kugel im Röhrchen verschwindet, kannst du mit dem Magneten von unten dein Auto fahren lassen. Wenn es nicht seitlich rutschen soll,

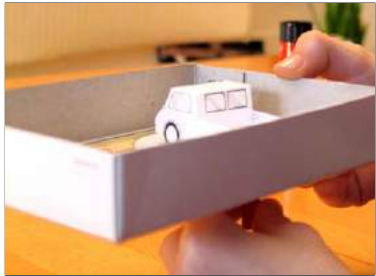


Abb. 5: Magnetauto

musst du es beladen, zum Beispiel mit einem Radiergummi auf der Ladefläche. Mit etwas Übung und Geschick kannst du ahnungslose Zuschauer ganz schön verblüffen. Besonders eindrucksvoll wird es, wenn du extra eine Fahrbahn gestaltest mit Garage zum Einrangieren, oder mit Hindernissen aus Steinen, Verkehrszeichen usw. Du kannst dir sogar eine ganze Landschaft aufbauen und zwischendrin eine Fahrbahn für dein Magnetauto freilassen.

Ebenso kannst du eine halbe Nussschale über die Kugel legen und als Schildkröte oder Käfer durch deine Landschaft wandern lassen. Aus dem zweiten Pappröhrchen bastelst du zum Beispiel mit einer Wattekugel oder einfach etwas Watte oder Wolle als Kopf einen Zwerg. Arme und Mütze klebst du aus Papier auf und malst dann alles bunt an. Mit einer Stahlkugel in dem Pappröhrchen führst du den Zwerg spazieren.

Kompass – ein Stahldraht wird zum Magneten

Jetzt baust du dir einen Kompass. Dazu nimmst du eine Stahlnadel. Der Magnet zieht selbstverständlich den Stahl an, denn er besteht hauptsächlich aus Eisen. Der gehärtete Stahl hat

im Gegensatz zu den nicht gehärteten Nägeln und dem Eisenstift die Eigenschaft, den Magnetismus zu behalten. Streiche einmal oder besser mehrmals mit deinem Magneten über die Stahl-nadel, ohne die Richtung und das Magnetende zu wechseln, schon ist die Stahl-nadel bleibend magnetisiert (Abb. 6).

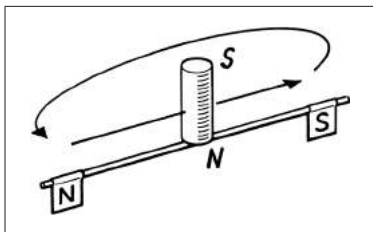


Abb. 6: Den Stahldraht magnetisieren

Natürlich ist die Magnetisierung der Stahl-nadel nicht so stark wie bei deinem Magneten, aber doch genügend stark für eine Kompassnadel. Einen kleinen Nagel kann die neu magnetisierte Stahl-nadel an jedem Ende schon tragen. (Manchmal ist die Stahl-nadel vor der Behandlung schon magnetisch.) In der Mitte zieht die Stahl-nadel, wie alle Magnete, keinen Nagel an.

Die Stahl-nadel hängst du an einem langen Nähfaden auf (Abb. 7). Das andere Ende des Fadens befestigst du zum Beispiel mit einer Wäscheklammer an einem Lampenschirm.



Abb. 7: Der Kompass

Nun musst du etwas Geduld haben und die Stahl-nadel ausschwingen lassen. Dein starker Magnet muss dabei mindestens einen Meter entfernt liegen, sonst stört er das Experiment. Die Stahl-nadel wird sich in Nord-Süd-Richtung aus-

richten, daher kannst du deine magnetisierte Stahl-nadel auch „Kompass“ nennen. Du kannst die Enden der Kompassnadel mit kleinen aufgeklebten Papierfahnen markieren und mit „S“ für Süden und „N“ für Norden beschriften.

Du weißt jetzt, wie man magnetisiert. Wenn es dir Spaß macht, versuche auch andere Gegenstände aus gehärtetem Stahl zu magnetisieren: Schraubenzieher, Löffel, Scheren usw.

Das Magnetgesetz

Um das Magnetgesetz kennen zu lernen, magnetisierst und kennzeichnest du auch noch eine zweite Stahl-nadel. Ganz vorsichtig näherst du nun ein Ende der neu magnetisierten Stahl-nadel einem Ende der aufgehängten Kompassnadel. Du siehst: Die beiden Südpole und ebenso die beiden Nordpole stoßen sich gegenseitig ab, während sich Nord- und Südpol jeweils anziehen. Es ziehen sich also zwei ungleiche Pole gegenseitig an und zwei gleiche Pole stoßen sich gegenseitig ab. Das ist das Magnetgesetz.

Sicher hast du schon gehört, dass die Erde zwei Pole hat, einen Nordpol und einen Südpol. Das sind die „geografischen Pole“. Am Nordpol ist ein 4.000 m tiefes eisbedecktes Meer, am Südpol liegt eine bis zu 3.000 m dicke Eisschicht auf dem antarktischen Kontinent. Deine aufgehängte Magnetnadel zeigt nicht genau zu diesen Polen, sondern zu den Magnetpolen unserer Erde. Die Erdkugel ist nämlich ein riesengroßer Magnet mit einem magnetischen Nordpol und einem magnetischen Südpol. Diese Pole fallen nicht ganz mit den geografischen zusammen, und sie wandern auch noch! Zu diesen magnetischen Polen zeigt deine magnetische Nadel, nicht zu den geografischen. Die Abweichung nennt man „Missweisung“; sie

ist von Columbus entdeckt worden und in manchen Landkarten eingezeichnet. Am Ende von diesem Heft findest du eine Karte mit Linien gleicher Missweisung.

Bei dem Versuch zum Magnetgesetz hast du gesehen, dass sich entgegengesetzte Magnetpole anziehen. Da deine Kompassnadel mit dem magnetischen Nordpol nach Norden zeigt, muss der magnetische Südpol unserer Erde in der Nähe des geografischen Nordpols liegen und der magnetische Nordpol beim geografischen Südpol!

Das Abstoßen kannst du nur bei zwei Magneten beobachten. Weiches Eisen, wie die Nägel, wird immer nur angezogen. Näherst du dich mit deinem starken Magneten der hängenden Kompassnadel, so kannst du schon in ca. 1 Meter Entfernung eine Störung der Kompassnadel beobachten. Nach dem eben gelernten Gesetz kannst du auch die beiden Pole von dem starken Magneten feststellen. Du solltest auch diese Pole durch kleine angeklebte Papierschildchen kennzeichnen. Wenn du nun eine Stahl-nadel neu magnetisierst, merkst du, dass an dem Ende, an dem der Magnet die Nadel verlässt, immer der dem streichenden Pol entgegengesetzte entsteht. Du kannst die Stahl-nadeln durch Bestreichen auch umpolen. Das Umpolen kann auch unbeabsichtigt passieren, wenn du mit dem starken Magneten die Stahl-nadel nur berührst.

Magnetpendel

Hänge eine magnetisierte Stahl-nadel an einem Ende mit einem Nähfaden auf, so dass sie frei in der Luft pendeln kann (Abb. 8). Falls der Knoten nicht hält, hilft ein kleines Stück Klebstreifen.

Mit deinem Magneten oder einer zweiten magnetisierten Stahl-nadel kannst du jetzt das Pendel beeinflussen. Hältst

du den Magneten so, dass die pendelnde Stahl-nadel unten abgestoßen wird, so kreist sie um den Magneten herum. Wird sie angezogen, so pendelt sie „hektisch“ hin und her.

Hänge das Pendel auch über dem auf dem Tisch stehenden Magneten auf. Wie lange dauert es, bis das Pendel zur Ruhe gekommen ist?

Halbieren einer Magnetnadel

Jetzt halbiert du eine magnetisierte Nadel. Den gehärteten Stahldraht zu durchtrennen ist aber nicht einfach. Eine Schneidezange kann dabei Scharten bekommen! Am besten fasst du den Draht mit einer Zange in der Mitte und biegest ihn solange hin und her (Abb. 9), bis er bricht. Harter Stahl ist spröde, daher geht das ganz gut – aber Vorsicht: Vor der eventuell scharfen Bruchstelle musst du dich in Acht nehmen.

Nach dem Durchtrennen der Nadel hältst du, so könntest du meinen, zwei getrennte Magnetpole in der Hand. So ist das aber nicht. Du kannst dich leicht davon überzeugen, dass sich die halbe Kompassnadel genauso in Nord-Süd-Richtung ausrichtet wie vorher die ganze. Es geht sogar noch schneller als bei der langen. Mit zwei halben Magnetnadeln lassen sich die Anziehungs- und Abstoßungsversuche genauso durchführen wie mit den zwei ganzen Magnetnadeln. Du hast also zwei kleinere, aber doch vollständige Magnetnadeln in der Hand. Beide

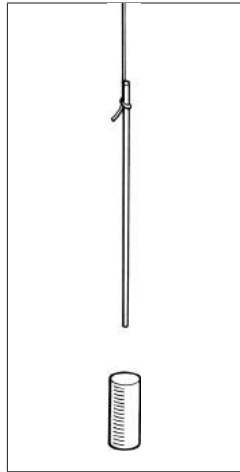


Abb. 8: Magnetpendel

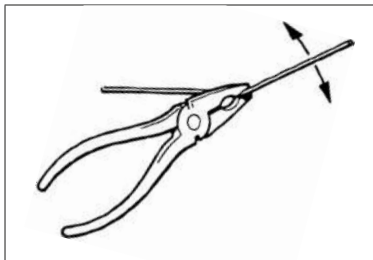


Abb. 9: Zerteilen der Magnetnadel

haben einen Nord- und einen Südpol. Aus der unmagnetischen Mitte der langen Magnetnadel sind beim Durchtrennen zwei neue Pole entstanden. Das Experiment kann wiederholt werden, auch Viertelnadeln sind Kompassnadeln!

Die schwimmende Stecknadel

Besorge dir zum Experimentieren eine Stecknadel aus Eisen ohne Glaskopf und eine Schüssel mit Wasser. Die Schüssel darf aus jedem Material sein (Keramik, Kunststoff, Glas etc.), aber nicht aus Eisen oder Stahl. Zudem brauchst du eine nicht magnetische Gabel oder einen Löffel, zum Beispiel aus Holz oder Plastik. Magnetisiere die Stecknadel und lege sie auf die Gabel oder den Löffel. Dann setze damit die Stecknadel ganz sachte auf die Oberfläche des Wassers. Du musst sehr geschickt sein, damit die Nadel nicht an der Gabel hängen bleibt oder untergeht. Das Wasser hat eine zarte „Haut“, die die Stecknadel auf der



Abb. 10: Stecknadel auf dem Wasser

Wasseroberfläche schwimmen lässt. Man nennt das auch den Effekt der „Oberflächenspannung“. Nun richtet sich die magnetisierte Stecknadel ganz ruhig in Nord-Süd-Richtung aus. Falls die Nadel nicht schwimmen will, kannst du auch ein ca. 3×3 cm großes Papier auf das Wasser legen und die Nadel darauf.

Das Wasser dämpft die Bewegung der Nadel. Kommst du mit deinem Magneten in die Nähe der Wasserschüssel, dreht sich die Nadel zum Magneten (Abb. 10). Drehst du den Magneten über der Nadel, dreht sich die Nadel ebenfalls. Mit dem Magneten kannst du die Nadel kreuz und quer, in Kreisen und im Zickzack übers Wasser gleiten lassen. Nimmst du den Magneten aus der Nähe der Wasserschüssel, richtet sich die Stecknadel wieder in Nord-Süd-Richtung aus.

Magnetschiff

Du kannst auch eine ganze, halbe oder viertel Kompassnadel auf ein kleines Stückchen Holz oder Rinde legen oder durch einen Korken oder ein Stück Styropor stecken (Abb. 11). So sah der älteste Kompass aus; Kolumbus fuhr mit einem solchen nach Amerika. Das Wasser beeinflusst die magnetische Kraft nicht. Lege auch zwei magnetisierte Stahlnadeln nebeneinander auf das schwimmende Brettchen. Wenn gleiche Pole beieinander liegen, wird die „Kompasskraft“ verstärkt, liegen verschiedene beieinander, so heben sich ihre Wirkungen auf.

Auch ein Papierschiff schwimmt eine Zeit lang: Falte dir aus einem DIN-A5-



Abb. 11: Ein Korken mit Magnetnadel

Papier ein Schiffchen (Du findest die Falanleitung, Abb. 12, ganz hinten im Heft). Durch das Segel stichst du eine halbe magnetisierte Stahl-nadel.

Wenn du das Schiff ins Wasser setzt, richtet es sich ebenfalls, aber langsamer, in Nord-Süd-Richtung aus. Mit deinem starken Magneten kannst du nun das Schiffchen spazieren fahren lassen, ohne es zu berühren. Bald fährst du richtige Manöver: vorwärts, rückwärts, im Kreis herum, an- und ablegen usw. Du hast eine einfache „Fernsteuerung“ in der Hand. Das Schiffchen lässt sich mit dem Magneten sogar von unten durch eine Tischplatte oder durch ein Waschbecken hindurch steuern.

Anders reagiert das Schiffchen, wenn du die Magnetnadel als Mast verwendest. Diesmal sind die Magnetpole also nicht an Bug und Heck des Schiffes, sondern an der Mastspitze und unten am Schiffsboden. Wie immer die Nadel steht, sie versucht sich stets auf bestimmten Linien zu bewegen. Es sind wieder die „Kraftlinien“, die du mit den Eisenspänen schon gesehen hast. Mit jeder Bewegung des Magneten in der Hand ändert sich natürlich die Lage des Magnetfeldes. Bist du mit dem starken Magneten mehr als einen Meter vom Schiff entfernt, überwiegt wieder das Erdmagnetfeld.

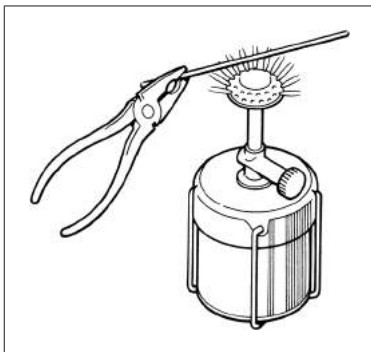


Abb. 13: Entmagnetisieren einer Stahl-nadel

Entmagnetisieren

Diesen Versuch darfst du nur mit einem Erwachsenen zusammen machen!

Um einen magnetisierten Stahl wieder zu entmagnetisieren, brauchst du Hitze. Sie ist der Feind des Magnetismus. Du hältst die Magnethadel mit einer Zange und glühst sie in einer Flamme aus. Eine Kerzenflamme genügt hier leider nicht, sie ist nicht heiß genug. Du brauchst schon eine Gasflamme, zum Beispiel einen Campingkocher (Abb. 13).

2. Teil: Elektromagnetismus – Magnetische Kräfte des elektrischen Stroms

Wie hängt der Magnetismus mit dem elektrischen Strom zusammen?

Für die folgenden Experimente musst du dir eine Flachbatterie mit 4,5 Volt beschaffen. Falls du die Versuche mit einem Akku oder einem Netzteil machen möchtest, lass dich in einem Fachgeschäft beraten.

Keinesfalls darfst du diesen Draht in eine Steckdose stecken oder bei diesen Experimenten Strom aus der Steckdose verwenden! Das ist lebensgefährlich! Verwende nur eine 4,5-V-Batterie.

Schließe den Draht immer nur kurzzeitig an die Batterie an, sonst verbraucht sich die Batterie zu schnell!

Bei einigen Versuchen wird der Kupferdraht sehr heiß! Am besten verwendest du immer die kleine Holzklammer zum Anfassen des Drahts!

Zum weiteren Experimentieren legst du am besten eine Pappe als Unterlage auf den Tisch.

Magnetwirkung um einen stromdurchflossenen Draht

Schneide dir mit einer alten Schere etwa einen Meter Kupferdraht ab. Der Draht ist mit farblosem Lack isoliert, er darf für die Experimente an den Enden (Kontakte) aber nicht isoliert sein. Am besten nimmst du ein altes Küchen- oder Taschenmesser und schabst ihn an den Enden etwa 1–2 cm blank.

Achtung: Bei den folgenden Versuchen kann der Draht sehr heiß werden! Ein Drahtende befestigst du mit einer Büroklammer an einem Pol der Batterie. Benutze die Holzklammer, um das andere Drahtende für wenige Sekunden an dem zweiten Pol der Batterie anzuschließen, oder stelle den Kontakt durch Berührung immer nur ganz kurz her.

Hänge die Kompassnadel ca. 1 cm über die Pappe auf deinem Experimentierplatz.

Wenn deine Magnete weit genug entfernt liegen, zeigt sie wieder in Nord-Süd-Richtung. Dann legst du den Draht direkt unter der Kompassnadel auf die Pappe. Berührst du jetzt mit dem freien Drahtende den zweiten Pol der Batterie, bewegt sich plötzlich die Kompassnadel (Abb. 14). Unterbrichst du den Kontakt wieder, richtet sich der Kompass wieder in Nord-Süd-Richtung aus. Schließt du den Draht wieder an, bricht die Kompassnadel wieder aus.

Der elektrische Strom im Draht stört also die Magnethadel, er hat auch ein Magnetfeld um sich. Vertausche auch die Batterie-Anschlüsse, dann weicht die Kompassnadel in die andere Richtung aus.

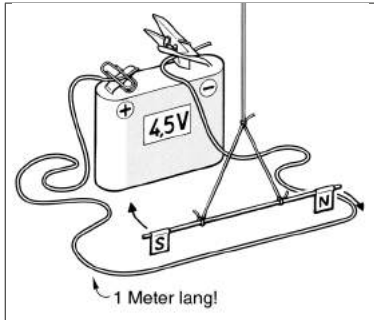


Abb. 14: Magnetwirkung um einen stromdurchflossenen Draht

So wurde der „Elektromagnetismus“ 1820 von dem Dänen

H. C. Oersted entdeckt. Aus diesem Versuch kannst du schließen, dass jeder elektrische Strom ein Magnetfeld um sich hat.

Wenn du nun den Draht in Nord-Süd-Richtung und zurück legst und an die Batterie anschließt – bleibt die Kompassnadel weitgehend ruhig (Abb. 15). Die entgegelaufenden Drähte haben zwar je ein Magnetfeld, aber diese heben sich gegenseitig auf.

Als nächstes legst du den Draht in einer großen Schlaufe unter den Kompass, der Draht verläuft jetzt zweimal unter dem Kompass in Nord-Süd-Richtung (Abb. 16). Wird der Strom wieder angeschlossen, reagiert die Kompassnadel heftig. Die magnetische Wirkung der beiden Drähte verstärkt sich.

Elektromagnet

Wie kannst du die Magnetwirkung noch verstärken? Schabe die Enden des restlichen Kupferdrahts, der noch auf dem Sperrholz aufgewickelt ist, blank. Wieder hängst du ein Drahtende

an einen Batteriepol, danach steckst du das andere Drahtende mit der Holzklammer an den anderen Batteriepol.

Vorsicht: Der Draht kann heiß werden!

Nun hast du die einfachste Form einer elektromagnetischen „Spule“. Mit dieser Spule störe noch einmal die Kompassnadel. Sie lässt die Nadel etwas stärker auslenken. Verändere die Lage der Spule zur Kompassnadel und probiere aus, in welcher Stellung die Wirkung am größten ist.

So eine gewickelte Spule hat ein stärkeres Magnetfeld als ein einzelner Draht.

Bei den bisherigen Versuchen hat der elektrisch erzeugte Magnetismus nur auf den empfindlichen Kompass gewirkt, einen Nagel zum Beispiel hast du damit kaum bewegen können. Das ändert sich, sobald du den Draht um den weichen Eisenkern (dicker Metallstift) wickelst. Dafür wickelst du den gesamten Draht

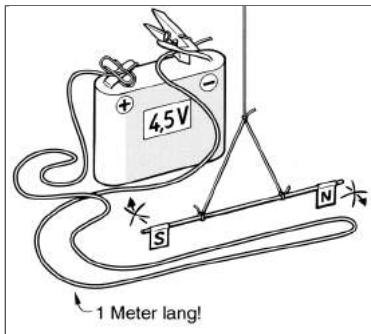


Abb. 15: Aufhebung der Magnetwirkung

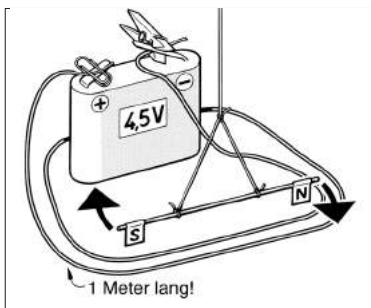


Abb. 16: Doppelte Magnetwirkung

von der Sperrholzplatte um den Eisenkern. Dann schließt du ihn wie vorher an die Batterie an (Abb. 17). Die Kompassnadel wird jetzt stark angezogen, und du kannst damit etwa so viele Nägel wie mit deinem Permanentmagneten anziehen. Aber sie fallen alle wieder herunter, sobald du den Kontakt mit der Batterie

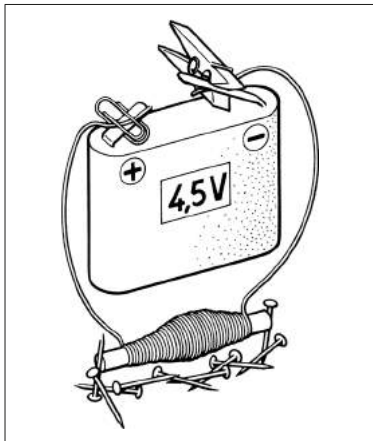


Abb. 17: Elektromagnet mit Eisenkern

unterbrichst. Auch alle anderen Versuche aus dem ersten Teil kannst du mit diesem Elektromagneten wieder ausprobieren.

Falls du nicht glaubst, dass das Eisen deinen Elektromagneten erst so richtig kräftig macht, so wickle den Draht um einen dünnen Holzstab und probiere die Wirkung aus.

Solche Elektromagnete sind in elektrischen Klingeln und in allen

Elektromotoren vom Staubsauger bis zur Lokomotive eingebaut. Mit einem starken Elektromagneten an einem Kran sortiert man Schrott.

Schlusswort

Wir Menschen spüren den Magnetismus nicht, jedoch können offenbar einige Tiere den Magnetismus wahrnehmen. Die Bienen richten ihre Waben nach dem Magnetfeld der Erde

aus. Auch Zugvögel und Delfine scheinen einen „Kompass“ zur Orientierung auf ihren weiten Wegen zu benutzen.

Mit dem ausführlicheren Experimentierkasten „Magnetische Kräfte“ kannst du mit einem zweiten kräftigen Magneten mehr Versuche durchführen, insbesondere einen richtigen Elektromotor bauen, der auch als Dynamo funktioniert.

Weltkarte auf Seite 72

Die gebogenen Linien, die „Isogonen“, verbinden die Orte mit gleicher Missweisung (Deklination) auf der Erdoberfläche. Die Zahlen geben jeweils an, um wie viel Grad ein Magnetkompass von der geografischen Nord-Süd-Richtung abweicht. Du erkennst den magnetischen Nordpol am Rande der Antarktis, der magnetische Südpol liegt außerhalb der Karte im Nordpolarmeer nördlich von Kanada.

Bei uns in Mitteleuropa ist die Missweisung zurzeit fast null, der Kompass zeigt also auch nach geografisch Nord. Am Südende von Neuseeland oder in Südafrika beträgt die Missweisung etwa 25 Grad!

Das Magnetfeld der Erde ändert sich: Der magnetische Südpol ist in den letzten Jahren etwa 60 Kilometer pro Jahr Richtung Sibirien gewandert. Viele Wissenschaftler nehmen an, dass während der nächsten Jahrtausende eine Umpolung des erdmagnetischen Feldes stattfindet. Das passierte während der Erdgeschichte bisher etwa alle 500.000 Jahre.

Abb. 18: Deklination des Erdmagnetfeldes in Grad (US/UK World Magnetic Model – Epoch 2020.0 Main Field Declination, Die Karte wurde entwickelt von: NOAA/NGDC & CIRES, <http://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>)

The Little Magnet Box



Magnetic power is a natural power. Some rocks contain iron-ore and are magnetic – but you can't tell just by looking at them. We have no sensory organs that react to magnetism. Without instruments we cannot differentiate between magnetic and non-magnetic objects. However we can feel, observe and explore the mystic power of magnetism. In this experimental kit you will find a number of objects which will help you learn about magnetism and its effects.

10 years+

Warning: Children under the age of eight must only experiment under adult supervision!

Contains magnets, pieces of iron and other small parts. When swallowed, these pieces may attract each other and cause serious injuries. In case of swallowing see a doctor immediately. The iron filings are not toxic but can harm the eyes as they rust (oxidate) quickly. If iron filings get in the eye: rinse the eye with a lot of water and see a ophthalmologist immediately.

Do not place the magnets near cassettes, disks, computers or other electrical appliances. The magnetically stored data may be lost.

Only use a 4.5 volt battery for the experiments needing electric current. Under no circumstances connect the wire to an electrical socket – this could prove fatal!

Store magnets and other materials out of children's reach.

Keep hold of the manufacturer's address for future questions.



Walter Kraul GmbH
Neufahrner Weg 2
D-82057 Icking

www.spielzeug-kraul.de

Contents:

- 1 Bar magnet
 - 3 Steel needles
 - 2 Steel balls
 - 1 Transparent box with iron filings
 - 10m insulated copper wire (0.30 mm diameter)
 - 1 Soft/Untempered iron peg (5.0 mm diameter)
 - 2 Cardboard tubes
 - 1 Sheet of cutout paper
 - 1 Bag of nails
 - 1 Small peg
- Batteries not included!

The following are useful to have at hand when experimenting:

An old knife, an aquarium or a bucket of water, corks, some thread, wool or cotton, some thick paper or cardboard, tape, glue, a fork, tongs, some pins, 4.5 volt battery

For the more advanced experiments:

Propane gas cooker

Contents

Contents: 27

Part One: Ferromagnetism – the magnetic power of the Iron 29

Chain of nails 29

What is attracted to a magnet? 30

Iron filings in the magnetic field 31

A magnet steering objects 32

The magnetic car 33

Compass – a steel wire becomes a magnet 34

The law of magnetism 36

The magnetic pendulum 37

Halving a magnetic needle 38

The floating needle 38

The magnet ship 39

Demagnetizing 41

Part Two: Electromagnetism – the magnetic forces of electricity 41

What does electricity have to do with magnetism? . . 41

The magnetic effect around an electric wire 42

Electromagnet 44

Epilogue 45

Part One: Ferromagnetism – the magnetic power of the Iron

Chain of nails

The most important piece in this experiment is of course the bar magnet. It is small but very strong. Hold it against amongst the strewn nails. All of them stick to it in a jumble. This is how tailors collect dropped needles. Remove the nails and try to hang them one by one on the magnet so they form a chain. With a bit of patience you can make a chain of 5 or 6 nails. Likewise you can attach up to three nails on top of the magnet (Pic. 1).

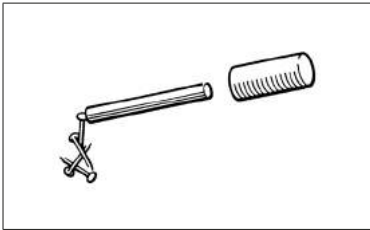
The magnet passes its power through to the last nail, this is called “magnetic influence”. As soon as the first nail is taken away from the magnet, all the other ones fall away. Released from the magnet, only a weak residual magnetism remains in the nails.

You can test this even better using the iron peg together with the nails: pass the magnet slowly closer to the nails and observe in the nails how the magnetic force in the previously un-magnetized iron rod grows (Pic. 2).

If you increase the distance between magnet and rod again, the nails fall away because the magnetism in the iron dimin-



Pic. 1: Chain of Nails



Pic. 2: Magnetic Influence

ishes again. Some of the nails however do remain stuck to the rod even after removing the magnet. This effect is called “residual magnetism”. When you remove the last nails the rod will not attract them again. This tem-

porary magnetism is a characteristic of untempered iron. The opposite happens with tempered iron, which keeps its magnetism at least for a while.

What is attracted to a magnet?

Apart from nails there are also many other things that the magnets attract: screws, paperclips, some coins, keys, tacks and many more. The magnet itself will stick to larger objects such as kitchen utensils like whisks or sieves, on tools such as hammers, pliers and screwdrivers or on radiators and magnetic boards. Your magnet is so powerful that it can carry its own weight and more.

All things that are attracted to the magnet and that the magnet sticks to contain iron. Although nickel and cobalt also react to magnetic force, these two metals are quite rare and expensive and are rarely found in compact form. The magnet does not attract any other metals. You can try that for example with the parts in your experimental kit that are made of copper. So you can use your magnet to determine if an object contains iron or not. Sometimes you will find things, like paperclips or coins, that are gold, silver, copper or brass colored and yet

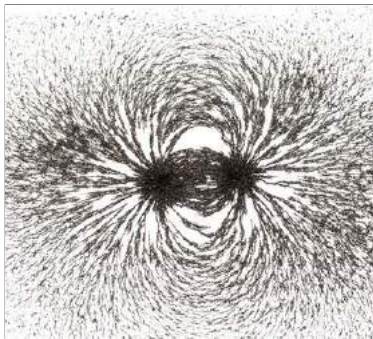
are attracted to the magnet. They are made of iron, but have another covering. What about enamel? With a magnet you can test if it contains iron.

Try to attach a nail to the middle of the magnet – it can't be done: precisely in the middle of the magnet the magnetic force is completely absent, the nail jumps to one or the other side immediately.

Iron filings in the magnetic field

Now take the small transparent box with the iron filings (keep it closed for now) and hold your magnet against the outside. Something is moving in there! Be careful when opening the little box, otherwise all the filings will hang from your magnet like a beard and can only be removed with difficulty. Scatter the filings in the kit's box cover and hold the magnet under it. If you hold it horizontally under the box the filings will arrange themselves as in Pic. 3.

You have made the “magnetic field” visible. On the magnet's ends you will notice the strong “magnetic poles” and also spot the lines of force that connect the two poles.



Pic. 3: Iron Filings in the Magnetic Field

When you hold the magnet vertically under the box the iron filings stand upright, behaving just like small nails.

Put the filings carefully back into the small box and put it away until next time. Spilled iron filings are easy to collect by placing paper between the magnet and the filings. This way the filings stick to the magnet but the paper separates them. When you remove the magnet the filings will fall into the box.

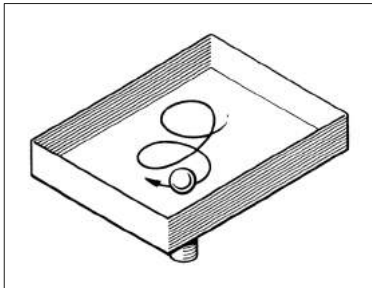
A magnet steering objects

Put a steel ball in the cover and hold your magnet underneath it. No matter in which direction you move the magnet, the ball will follow (Pic. 4).

The invisible magnetic passes, as you've already seen in the experiment with the iron filings, through the paper. You can repeat this experiment with any small iron pieces: with nails, paperclips, or with both and the ball at the same time.

As long as you don't load up too much, the magnet will move it. Even the small (closed) plastic box with the iron filings follows the magnet.

The magnetic force does not only pass through paper or plastic. Try anything you have at hand that isn't too thick. You'll notice that the magnetism passes through almost all materials: through wooden boards, glass, plastics, leather, cloth, porcelain, yes even through the human body. Try this with your ear lobe – you yourself won't notice any of the magnetism!



Pic. 4: A Magnet Steers a Steel Ball from beneath

Magnetism also passes through metal. You can steer the ball on aluminium, copper, and brass plates and also through a tin plate. Only with an iron plate, for example a saucepan, it doesn't work. The iron virtually sucks up the magnetic force and won't let it reach the ball. You could also say that the iron screens off the magnetism.

The most accurate clock in Germany is the atomic clock in Braunschweig. It is enclosed by iron panels to shield off all of the surrounding magnetism. Otherwise the surrounding magnetic fields would interfere with the complex technology and the calculated time wouldn't be correct.

The magnetic car

Almost as if by magic you can drive a car over a plate, without touching it: use the cut-out paper template to make a car as in Pic. 5 or design your own car.

Cut out the wheels and the car along the edges. Score along the dotted lines and then fold the paper. The printed side should face outward. Now glue the folding flaps. Then take a cardboard tube, put some glue on it and pass it from



Pic. 5: The Magnetic Car

below through the cut out hole in the bottom of the car until it reaches the roof of the cabin. The tube sticks out somewhat

under the car. Now you can glue the wheels onto the car, they don't have to be able to turn.

When you put your car over the steel ball on a cardboard so that the ball disappears in the tube your magnet car is ready for use! If you don't want it to slip sideways you have to load the car, for example with an eraser.

With a bit of practice you can amaze your family and friends. It is especially impressive if you make a road and a garage for the car, or put some obstacles like stones and traffic sign etc. on the cardboard. You can even build a whole landscape with a road running through it.

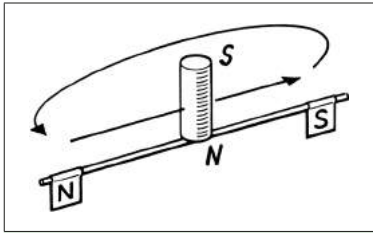
Similarly you can place half a nutshell over the ball and let it wander through your landscape as a turtle or a bug. With the second cardboard tube and some cotton as a head you can make a dwarf. Glue on arms and a hat of paper and paint it colorful. With a steel ball in the tube you can take your dwarf for a walk.

Compass – a steel wire becomes a magnet

Now you're going to make your own compass. For this you take a steel needle. Of course the magnet attracts the steel, as it consists mostly of iron. Unlike the non-tempered nails and iron peg the tempered steel has the characteristic of being able to retain magnetism. Pass the magnet several times over the needle without changing direction and without turning the magnet upside down. Soon the needle is permanently magnetized (Pic. 6).

Of course the magnetic force of the needle isn't as strong as the magnet's, but it is strong enough to be a compass needle.

The newly magnetized needle can carry a nail on each end. Sometimes the needle is magnetic even before you magnetized it. Just like other magnets, the needle doesn't attract the nail on its middle.



Pic. 6: Magnetizing the Steel Wire

Hang the needle on a long thread as in Pic. 7. The other end of the string can be fastened on any available place, for example on a lampshade with a clothes peg.



Pic. 7: The Compass

Now you need to be patient and let the needle swing until it's

still. The strong magnet must be kept at least one meter away so it doesn't influence the experiment. The steel needle aligns itself north/south, and because of this you can call your magnetized needle a compass. It really is miraculous how the piece of wire (the needle) finds the north-south-line. You can mark the ends of the needle with small stickers. On these you write "S" for south and "N" for north.

Now that you know how to magnetize. If you enjoy it you can try magnetizing other objects of tempered steel: screwdrivers, forks, scissors etc.

The law of magnetism

In order to explore the law of magnetism, you magnetize and mark a second steel needle. Carefully move one end of the newly magnetized needle near to an end of the hanging needle. You'll see how both the south ends and the north ends repel each other while a north and a south end attract each other. You have noticed that two unlike poles attract each other while to like poles repel each other. This is the law of magnetism.

You've probably heard that the earth has two poles, a north pole and a south pole. These are the "geographical poles". Over the North Pole there is a 4,000 meter deep ocean covered in ice. On the South Pole a 3,000 meter thick layer of ice rests on the Antarctic continent. Your hanging needle doesn't point precisely at these poles, but instead at the magnetic poles of the earth. The earth is actually one enormous magnet with a magnetic north pole and a magnetic south pole. These poles don't fall exactly in line with the geographical poles, and they are even wandering slowly!

It is to the magnetic north pole your magnetic needle is pointing and not to the geographic one. This difference is known as "magnetic declination". Christopher Columbus discovered it and it is marked on some maps. On the last two pages of this booklet you'll find a map with lines of declination.

During the experiment of the magnetic law you saw that the opposite poles attract each other. Because your compass points northward with its north pole, the magnetic south pole of the earth must lie close to the geographic North Pole, and the magnetic north pole close to the geographic South Pole!

To observe repelling you need two magnets. Untempered iron like in nails is always attracted. If you slowly come close to the

hanging compass needle with a strong magnet you can observe a disruption of the compass needle already at a distance of about one meter. Now after having learnt the law of magnetism you'll be able to determine both poles of a strong magnet. You should mark these poles with glued-on paper signs, too. When you now re-magnetize a needle, you'll notice that at the end where the magnet leaves the needle, the opposite pole of one touching the needle is established. You can also reverse the polarity of the steel needles by moving the magnet. The change can happen unintentionally when you touch the steel needle with the strong magnet.

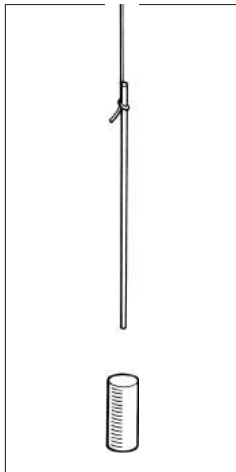
The magnetic pendulum

Hang a magnetized steel needle on the end of a thread so that it can swing freely in the air (Pic. 8).

If the knot won't hold the needle use some tape to hold it fast.

You can now influence the hanging needle with your magnet or another magnetized needle. If you hold the magnet so that the needle is repelled, it will circle around over the magnet. If it is attracted, it will swing "hectically" back and forth.

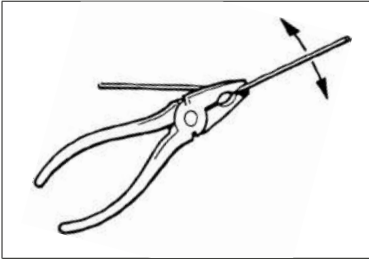
Hang the pendulum over a magnet standing on a table. How long does it take for the needle to come to rest?



Pic. 8: The Magnetic Pendulum

Halving a magnetic needle

Now you are going to halve a magnetized needle. Cutting tempered steel needles is not easy. They can even dent cutting pliers! It is better to use normal pliers. Holding to needle in the



Pic. 9: Halving a Magnetic Needle

middle with the pliers, bend the needle back and forth until it breaks (Pic. 9). Tempered steel is brittle, that's why it works, but be careful with the potentially sharp ends where you have broken it off.

After dividing the needle, you would think

you were holding two divided poles in your hands. But this is not the case. You can easily prove to yourself that both halves have a north and a south pole. Actually the halves align themselves even faster than the long needle. The attraction/repelling test can be done just as well with two whole needles. You have to smaller, but complete magnetic needles in your hands. Both have a south and a north pole. The un-magnetic middle of the long needle has now become two new poles. This experiment can be repeated, even quarters of the needle are compass needles!

The floating needle

For this next experiment you will need an iron needle (one without a glass head) and a bowl of water. The bowl can be of any material (porcelain, glass, plastic etc.) but not of iron or

steel. You also need a non-magnetic fork or spoon, for example made of plastic or wood. Magnetize the needle and lay it on the fork or spoon. Then lower the needle slowly onto the surface of the water. You have to be very careful so that the needle does not stick to the fork and submerge (Pic. 10).

The water has a fragile “skin” on its surface that “holds” the needle. This effect is called “surface tension”. The magnetized needle will turn and settle in a north-south direction. If the needle won't float on



Pic. 10: A Needle Floating on Water

the surface you can try putting a paper of 3×3cm onto the water and then laying the needle on top. The water softens the movements of the needle. If you approach the bowl with your magnet, the needle will turn towards the magnet. If you turn the magnet while holding it over the needle, the needle will turn as well. Using the magnet you can steer the needle back and forth, in circles and zig zag over the water. If you remove the magnet from the proximity of the needle, it will return to the north-south alignment.

The magnet ship

You can also lay a whole, half or quarter compass needle on a small piece of wood or bark, or push a needle through a cork or piece of styrofoam (Pic. 11). The first compass looked just like this; Christopher Columbus used one on his travels to



Pic. 11: A Cork with a Magnetic Needle

America. Water doesn't influence the magnetic force. Lay two magnetized needles beside each other on the floating piece of wood. If two alike poles are beside each other, the "compass power" is strengthened, if opposite poles are beside each other they cancel each other out.

A paper ship will float for a while, too. Fold one out of half a sheet of paper (you find the instructions, pic. 12, at the end of this booklet). Stick half of a magnetized needle through the sails.

When you put the ship on the water, it will align itself in a north-south direction, but slower than in the experiment above. Using your strong magnet you can now make your ship move through real "maneuvers": forwards, backwards, in a circle, docking etc. You have an actual "remote control" in your hand. The little ship can even be steered from below through the tabletop or the bottom of a sink.

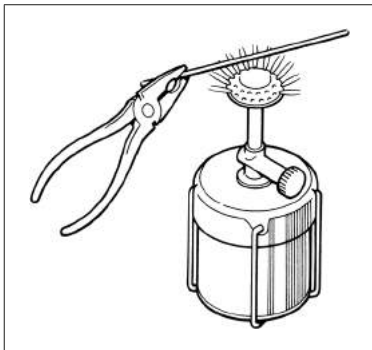
The ship reacts differently if you use the magnet-needle as a mast. Now the magnetic poles aren't in the bow and the stern of the boat, but on the top of the mast and at the ship's bottom. No matter how the needle stands, it always aligns itself along certain lines. These are the "field lines" you have already seen with the iron filings.

With every movement of the magnet in your hand, the position of the magnetic field changes. If the distance between the ship and your magnet is more than one meter, the earth's magnetic field will take over.

Demagnetizing

You may only do this experiment with adult supervision!

Heat is needed to demagnetize magnetized steel. It is the enemy of magnetism. Hold the magnetic needle with pliers and heat it red hot over a flame. Unfortunately a candle flame isn't hot enough. You need a gas flame, for example from a Bunsen burner (Pic. 13).



Pic. 13: Demagnetizing a Steel Needle

Part Two: Electromagnetism – the magnetic forces of electricity

What does electricity have to do with magnetism?

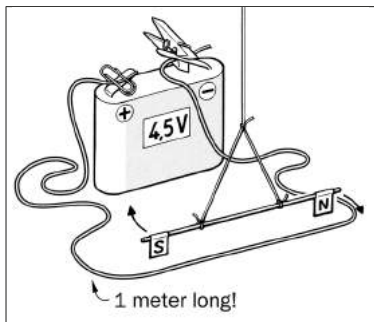
For the following experiments you need a 4.5 volt battery. If you want to use an accumulator or a power adaptor look for advise at a specialized shop. **Under no circumstances may you put the wire into a socket or use electricity from a socket! This is dangerous and can be fatal! Only use a 4.5 volt battery. In all experiment only close the current to the battery for a short time, otherwise the strength of the battery will quickly diminish. The copper wire and contacts will get hot during**

some experiments, as well. It would be best to use the small wooden peg for touching the wire! For the following experiment you should put some cardboard on the table.

The magnetic effect around an electric wire

Using old scissors cut roughly half a meter of copper wire. The wire is insulated with a transparent varnish. For this experiment the insulation at the ends needs to be removed. For the best results, scrape about 2.5 cm or 1 inch from the ends of the wire using an old kitchen knife.

Attention: During the following experiments the wire can become very hot! You attach one end of the wire with a paperclip onto one of the battery's poles. Use the wooden peg to close the circuit for a few seconds by moving the other end of the wire to the other pole, or only let the wire touch the pole for short moments.



Pic. 14: Magnetic Effect around an Electric Wire

Hang the compass needle about 1 cm over your desk. If your magnets are far enough away, the needle aligns itself in north-south direction. Then put the wire on the cardboard directly beneath the compass needle and parallel to it. When you move the unattached end of the

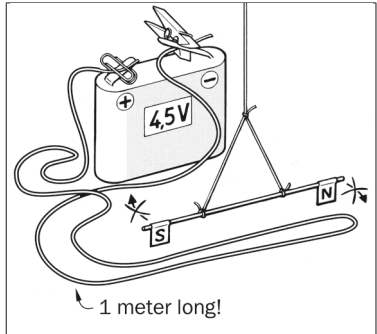
wire to the battery's second pole, the compass needle moves suddenly (Pic. 14).

When you remove the wire from the second pole the compass will align itself in north-south-direction again. The electric current in the wire disturbs the magnetic needle, it has its own magnetic field around it. When you exchange the battery connections the needle will move in the opposite direction. This is how the Danish scientist H.C. Oersted discovered electro-magnetism in 1820.

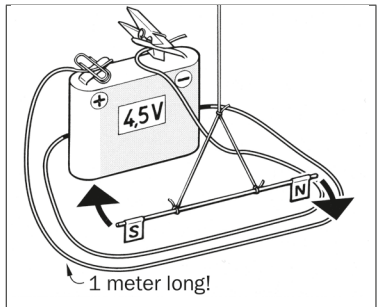
From this experiment you can conclude that every electric current has a magnetic field.

When you move your wire so that it is in north-south-direction

and the other way back the compass needle will stay pretty still (Pic. 15). Each of the opposing wires does have a magnetic field, but they cancel each other out.



Pic. 15: Cancelled out Magnetic Effects



Pic. 16: Double Magnetic Effect

Next you put the wire in a big loop under the compass, the wire sits under the compass in north-south-direction twice (Pic. 16). When the current flows again the needle will react stronger. The wires' magnetic effect increases.

Electromagnet

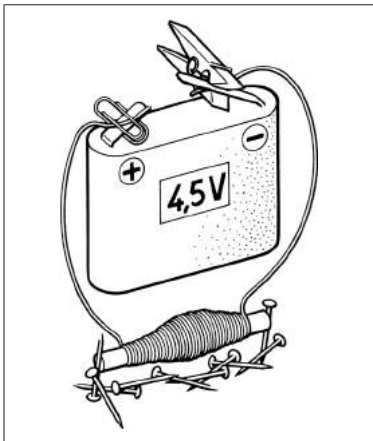
How can you increase the magnetic effect even more? Scrape clean the two ends of the copper wire you still have left wound up and hook them up to the battery using the wooden peg just like in the last experiment.

Attention: The wire can become hot!

Now you have got the easiest form of an electromagnetic coil. Try influencing the compass needle with it. The coil has a

stronger effect on the needle than the wire in the earlier experiment. Change the position of the coil and try to find the position that influences the needle the most. A wound coil has a bigger magnetic field than a single wire.

The electrically generated magnetism in the experiments so far has only had an effect on the very sensitive compass needle. You could for example



Pic. 17: Electromagnet with an Iron Core

hardly move a nail with it. This changes when you wind the copper wire around the iron peg. Use all the copper wire that was still on the wooden board, wind it around the iron peg and attach it as before to the battery (Pic. 17).

The compass needle is now strongly influenced and you can attract as many nails as you could with the magnet – but they will fall away as soon as you break the contact with the battery. You can repeat all earlier experiments with the electromagnet. If you don't believe that it's the iron peg that makes the electromagnet so strong, try winding the wire around a wooden peg, repeat the experiment and see how different the effect is.

Electromagnets like this are built into electric doorbells and all electromotors, from vacuum cleaners to locomotives. Very strong electromagnets are also used in junkyards to lift heavy metal objects.

Epilogue

Although we humans can't "feel" electromagnetism, apparently some animals can. Bees arrange their combs along the earth's magnetic lines. Birds and dolphins seem to have a "compass" to find their way on long journeys.

You have begun to understand a little about magnetism while experimenting with your magnets. Perhaps you have become curious and would like to learn more. With a second strong magnet you can do more experiments: you can build a real electromotor that also works as a dynamo. The "Magnetic Forces Kit" will allow you to perform these experiments and more.

World map on page 72

The wavy lines (the “isogens”) connect points on the surface of the earth with the same deviation. The numbers show how many degrees a magnetic compass deviates from the geographical north-south direction. You will recognize the magnetic South Pole in the Canadian north beyond the map and the magnetic North Pole on the edge of the Antarctic. In central Europe the deviation is about zero at the moment. This means that a compass also points towards the geographic North Pole. In New Zealand’s southern end and in South Africa the deviation amounts to about 25 degrees! The earth’s magnetic field is changing: in the last years the magnetic South Pole moved about 60 kilometers each year in the direction of Siberia. Many scientists assume that over the next millennium the poles of the earth’s magnetic field will swap places. That happened in the history of the earth every 500,000 years so far. The exact reason is not known yet.

Pic. 18: Main Field Declination (US/UK World Magnetic Model – Epoch 2020.0 Main Field Declination, Map developed by NOAA/NGDC & CIRES, <http://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>)

La Petite Boîte d'Aimants



Le magnétisme est une forme élémentaire. Il existe des pierres riches en fer qui sont magnétiques de par leur nature (cela ne se voit pas). Nous n'avons pas d'organe sensoriel qui détecte le magnétisme. Sans instrument, nous ne pouvons pas faire de différence entre des objets magnétiques et d'autres non magnétiques. Mais nous pouvons sentir, observer et explorer les mystérieuses forces magnétiques.

Dans cette boîte à expériences, tu vas trouver quelques objets qui vont te permettre de faire connaissance avec le magnétisme et ses effets.

A partir de 10 ans

Attention : les enfants de moins de 8 ans n'ont le droit de faire ces expériences qu'en présence d'un adulte !

Contient des aimants qui pourraient être avalés ainsi que de petits objets en fer. Les éléments ingurgités susceptibles de s'attirer peuvent occasionner de graves blessures. En cas d'ingurgitation, consulter un médecin immédiatement.

La limaille de fer n'est pas dangereuse; cependant, comme elle rouille facilement, elle peut être dangereuse pour les yeux. En cas de contact de la limaille avec l'œil, rincer abondamment avec de l'eau et consulter immédiatement un ophtalmologue.

Ne pas approcher les aimants de disquettes, ordinateurs et autres appareils électroniques; les données enregistrées magnétiquement risqueraient de se perdre.

Les expériences avec le courant électrique ne peuvent être exécutées qu'avec une pile de 4,5 volts. On ne doit en aucun cas porter les fils métalliques dans une prise de courant. Danger de mort!

Conserver l'adresse du fabricant pour plus d'informations.



Walter Kraul GmbH
Neufahrner Weg 2
D-82057 Icking

www.spielzeug-kraul.de

Contenu

- 1 aimant
 - 3 tiges en acier
 - 2 billes en acier
 - 1 petite boîte de limaille de fer
 - 10m de fil de cuivre isolé
 - 1 goupille de fer (5 mm Ø)
 - 2 douilles en carton
 - 1 voiture à découper
 - 1 petite épingle à linge
 - 1 sachet de clous
- Il n'est pas fourni de pile !

Ce dont tu peux encore avoir besoin pour tes expériences

Un vieux couteau, un aquarium ou saladier rempli d'eau, des bouchons de liège, un peu de fil ou de ficelle fine, du colle, du coton ou de la laine, du carton, du ruban adhésif, une fourchette, une pince, une épingle, une pile de 4,5 volts

Et pour les pros

Un camping-gaz

Contenu

Contenu 49

1^{ère} partie : le ferromagnétisme – Les forces

magnétiques du fer 51

La chaîne de clous 51

Qu'est-ce qui peut rester suspendu à un aimant? . . 52

Limaille de fer dans un champ magnétique 53

Un aimant conduit d'autres objets 54

La voiture magnétique 55

La boussole: une tige d'acier devient aimant 56

La loi magnétique 58

Le pendule magnétique 59

Le partage en 2 d'une tige magnétisée 60

L'épingle flottante 61

Le bateau magnétique 62

Démagnétiser 63

2^e partie : l'électromagnétisme – Les forces

magnétiques du courant électrique 64

Quel rapport existe-t-il entre le magnétisme
et le courant électrique ? 64

Effet magnétique d'un fil métallique parcouru
par le courant électrique 64

L'électro-aimant 66

Conclusion 68

1^{ère} partie : le ferromagnétisme – Les forces magnétiques du fer

La chaîne de clous

L'élément le plus important de cette boîte est bien sûr l'aimant. Il est petit mais très fort. Prends-le et mets-le au milieu des clous éparpillés. Ceux-ci vont y rester collés dans tous les sens. C'est ainsi que les couturiers rassemblent leurs épingles perdues.

Eloigne à nouveau les clous et essaie de les suspendre un par un à l'aimant comme une chaîne. Avec un peu de patience on obtient une chaîne de 5 à 6 clous. De la même manière, tu peux faire tenir sur l'aimant jusqu'à 3 clous les uns au-dessus des autres (fig. 1). L'aimant envoie sa force jusqu'au dernier clou. On appelle cela « l'influence magnétique ».

Dès qu'on retire le 1^{er} clou de l'aimant, les autres tombent. Séparés de l'aimant, les clous ne conservent qu'un reste de magnétisme.

Encore mieux, tu peux essayer avec la goupille de fer et les clous. Approche progressivement l'aimant du bout de fer et observe sur les clous comment la force magnétique du bout de fer auparavant non magnétique grandit (fig. 2). Eloigne à nouveau le fer de l'aimant, alors tous les clous tombent car le magné-



Fig. 1 : La chaîne de clous

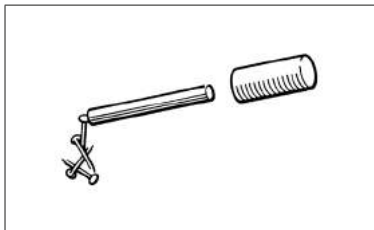


Fig. 2 : Influence magnétique

tisme dans le fer rediminue. Quelques clous vont peut-être rester accrochés même une fois l'aimant éloigné. On appelle cet effet le « magnétisme résiduel ». Si tu retires les derniers clous, le morceau de fer ne les

attirera plus. Ce magnétisme temporaire est une propriété du fer doux. Le contraire est l'acier trempé qui conserve, lui, sa magnétisation un peu plus longtemps.

Qu'est-ce qui peut rester suspendu à un aimant?

En dehors des clous il y a encore beaucoup de choses que l'aimant attire : des vis, des trombones, des pièces de monnaie, des clés, des punaises et bien davantage. Quant aux objets plus grands, c'est l'aimant lui-même qui y reste collé, par exemple aux ustensiles ménagers, comme les fouets et passoires, aux outils comme les marteaux, les pinces, les tournevis, ou aux radiateurs et aux tableaux magnétiques. Ton aimant est si puissant qu'il porte son propre poids et même davantage.

Tout ce que l'aimant attire ou retient, contient du fer. Certes le cobalt et le nickel réagissent aussi aux forces magnétiques mais ces 2 métaux sont fort rares et chers et c'est pourquoi on les rencontre à peine sous leur forme compacte. L'aimant n'attire pas d'autres métaux. Tu peux essayer par exemple sur le fil de cuivre de ta boîte à expériences ; tu peux ainsi constater avec ton aimant si un objet est en fer ou non. Parfois tu peux trouver des objets comme des trombones ou des pièces

de monnaie de la couleur dorée, argentée, cuivrée ou de celle du laiton, et qui sont quand-même attirées par l'aimant. Ils sont en fer et ont seulement une surface d'une autre matière. Comment réagit l'émail ? Avec ton aimant tu peux vérifier si un matériau contient du fer.

Essaie donc de faire tenir un clou exactement au milieu de ton aimant, c'est impossible. Exactement au milieu d'un aimant, le magnétisme est absent, le clou saute aussitôt vers l'une ou l'autre extrémité.

Limaille de fer dans un champ magnétique

Prends maintenant la petite boîte transparente avec la limaille de fer. Laisse-la fermée pour commencer et approches-y l'aimant. Ça bouge ! Fais attention en ouvrant la boîte, sinon la limaille va s'accrocher à l'aimant comme une barbe et ce sera difficile de l'en décrocher. Eparpille la limaille dans le couvercle de la boîte à expériences, et tiens en dessous de celui-ci un aimant. Tiens-le à plat, alors la limaille se place

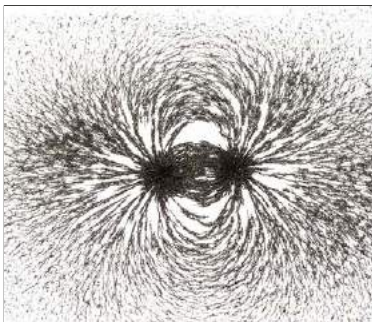


Fig. 3 : Limaille de fer dans un champ magnétique

comme sur la figure 3. Tu as rendu visible le « champ magnétique ». Aux bouts de l'aimant, tu peux voir les « pôles magnétiques », puissants, et reconnaître les lignes de force qui les relient entre eux. Si tu tiens ton aimant verticalement sous le

couvercle, la limaille se lève et se comporte comme pleins de petits clous.

Verse maintenant la limaille dans sa petite boîte, très prudemment et mets-la de côté pour la prochaine fois. Au cas où tu aurais fait tomber de la limaille, tu peux la récupérer facilement en interposant un papier entre elle et ton aimant. La limaille attirée par l'aimant reste accrochée au papier, puis tu peux retirer l'aimant, et la faire retomber dans sa boîte.

Un aimant conduit d'autres objets

Pose une bille d'acier dans le couvercle de ta boîte et promène l'aimant dessous. La bille suit les mouvements de l'aimant (fig. 4). La force magnétique invisible traverse le carton, comme tu l'as déjà remarqué auparavant avec la limaille. Tu peux reproduire cette expérience avec pas mal de petits objets en fer : avec des clous, des trombones, ou les 2 ensemble plus

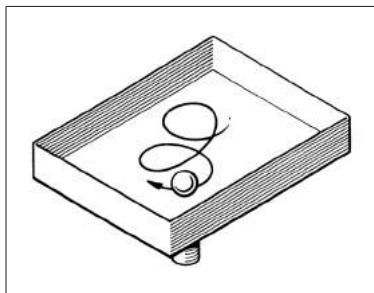


Fig. 4 : Un aimant conduit une bille par en dessous

la bille. Tant que tu ne charges pas trop, l'aimant emmène tout. Même la petite boîte (bien fermée !) de limaille se laisse entraîner par l'aimant. La force magnétique ne traverse pas seulement le carton ou le plastique ; essaie tout ce qui te tombe sous la main et qui n'est pas

trop épais. Tu verras que le magnétisme traverse presque tous les matériaux : les plaques de bois, le verre, le plastique, le

cuir, le tissu, la porcelaine et même le corps humain. Enfin essaie le lobe de ton oreille, et tu ne sentiras même pas le magnétisme te traverser !

Le magnétisme traverse aussi les plaques de métal. Tu peux conduire la bille à travers des plaques d'aluminium, de cuivre, ou de laiton, et aussi à travers une assiette en étain. Il n'y a qu'avec une tôle en fer, comme une plaque à four que cela ne marche pas : le fer absorbe en lui le magnétisme et ne le laisse pas atteindre la bille. On peut aussi dire que le fer fait écran au magnétisme.

L'heure la plus exacte de France est donnée par les horloges nucléaires du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais de Paris. Elles sont protégées de tout magnétisme environnant par des plaques de fer. Sinon les champs magnétiques avoisinants dérangeraient cette technique complexe et le temps calculé serait faux.

La voiture magnétique

Comme dans un tour de magie tu peux diriger une petite voiture sur une assiette sans la toucher directement. A l'aide de la feuille à découper, construis-toi la voiture (fig. 5), ou invente ta propre carrosserie. Découpe d'après les lignes. Fendille les lignes en pointillé très légèrement avec la lame des ciseaux puis plie-les. La face imprimée doit regarder vers l'extérieur. Colle les languettes. Ensuite enduis une des douilles de carton d'un peu de colle et enfonce-la par le trou découpé dans le plancher jusqu'à ce qu'elle bute contre le plafond de la cabine du chauffeur. La douille dépasse un peu du plancher. Enfin tu peux découper 4 roues dans du carton et les coller sur les côtés. Et maintenant pose le camion sur la bille elle-même sur

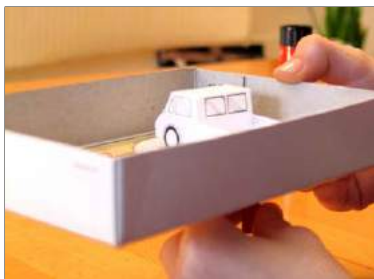


Fig. 5 : La voiture magnétique

le support en carton, de sorte qu'elle disparaisse sous la douille. Alors tu peux guider la voiture par en dessous avec un aimant. Et si tu ne veux pas qu'elle dérape sur les côtés, tu dois la lester, par exemple avec une gomme sur sa benne.

Avec un peu d'entraînement et d'adresse tu peux bien bluffer les spectateurs non avertis. Et c'est encore plus impressionnant si tu te construis exprès un circuit avec garage, et des obstacles à partir de cailloux, des panneaux de circulation etc. ... Tu peux te monter tout un paysage autour d'un circuit pour ta voiture magnétique.

De la même manière tu peux poser une demi-coquille de noix sur la bille comme pour une tortue ou un scarabée et la faire se déplacer dans ton paysage.

A partir de la deuxième douille de carton, tu peux fabriquer un nain, avec du coton ou de la laine pour la tête ; tu peux coller des bras et un bonnet en papier et peindre le tout. Avec une bille d'acier dans la douille emmène le nain se promener.

La boussole: une tige d'acier devient aimant

Maintenant construis-toi une boussole. Pour cela prends une tige d'acier. Evidemment l'aimant attire l'acier car celui-ci est composé principalement de fer. L'acier trempé, contrairement au fer non trempé des clous et de la goupille a la propriété de

retenir le magnétisme. Passe une ou plusieurs fois l'aimant sur la tige d'acier, sans changer de sens et sans inverser l'aimant, et la tige va rester magnétisée (fig. 6). Bien sûr la magnétisation de la tige n'est pas aussi forte

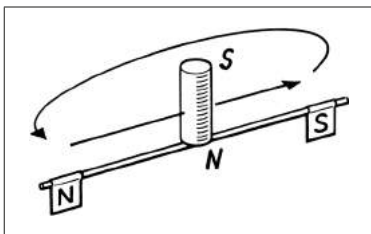


Fig. 6 : Magnétisation de la tige

que celle de l'aimant mais elle l'est suffisamment pour une aiguille de boussole. A peine magnétisée la tige peut déjà porter un clou à chacun de ses bouts. (Parfois la tige d'acier est déjà magnétique avant la manipulation). La tige n'attire en son milieu (comme tous les aimants) aucun clou.

Suspend la tige à un long fil (fig. 7). Attache l'autre bout à n'importe quel endroit propice, par exemple à un abat-jour, avec une épingle à linge. Maintenant un peu de patience, attends que la tige ait fini d'osciller. Les autres aimants doivent être à plus d'un mètre de distance, sinon ils vont parasiter l'expérience. La tige va prendre la direction nord-sud. Tu



Fig. 7 : La boussole

peux donc appeler ta tige magnétisée une boussole. C'est déjà merveilleux que ce petit bout de fer trouve toujours la direction nord-sud. Tu peux marquer les extrémités de la tige boussole en collant des petits papiers, S pour sud, N pour nord. Tu sais

maintenant comment on magnétise. Si cela t'amuse essaie de magnétiser d'autres objets en acier trempé, des tournevis, des cuillers, des ciseaux etc. ...

La loi magnétique

Pour approfondir la loi magnétique, magnétise et signale une deuxième tige d'acier. Puis approche très doucement une des extrémités de la tige que tu viens juste de magnétiser d'une de la tige boussole suspendue. Tu vois que les 2 pôles sud et de la même manière les 2 pôles nord se repoussent tandis que le pôle nord attire le pôle sud et vice versa. Donc les 2 pôles différents s'attirent et les 2 pôles identiques se repoussent. C'est la loi magnétique.

Tu as sans doute déjà entendu dire que la Terre a 2 pôles, un pôle nord et un pôle sud. Ce sont les pôles géographiques. Au pôle nord il y a une mer de 4 000 m de profondeur recouverte de glace, au pôle sud une couche de glace de 3 000 m sur le continent antarctique. Ta tige magnétisée n'indique pas la direction de ces pôles mais celle des pôles magnétiques de notre Terre. Le globe terrestre en effet est un énorme aimant avec un pôle magnétique nord et un pôle magnétique sud. Ces 2 pôles ne coïncident pas exactement avec les pôles géographiques et en plus ils se déplacent ! Ce sont ces pôles que la tige magnétique indique et non les pôles géographiques. On appelle ce décalage la « déclinaison magnétique ». Elle a été découverte par Christophe Colomb et figure sur certaines cartes. A la dernière page tu peux voir une carte avec les lignes de déclinaisons.

Tu as vu au cours de l'expérience sur la loi magnétique que les pôles opposés s'attirent. Puisque ta tige boussole indique

le nord par son pôle magnétique nord, le pôle sud magnétique de notre Terre doit se trouver à proximité du pôle nord géographique et le pôle nord magnétique près du pôle sud géographique !

Tu ne peux observer une répulsion que chez 2 aimants. Le fer « doux », comme celui des clous ne peut être qu'attiré. Si tu approches un aimant puissant de la tige boussole suspendue, tu peux observer un trouble de la boussole déjà à un mètre de distance. D'après la loi magnétique qu'on vient d'étudier, tu peux aussi déduire quels sont les pôles des gros aimants. Tu devrais signaler aussi ces 2 pôles en collant des petits papiers. Et si maintenant tu magnétises à nouveau une tige d'acier, tu vas remarquer qu'à l'extrémité par laquelle l'aimant quitte la tige, il se forme toujours le pôle opposé de celui de l'aimant qui sert à magnétiser. Tu peux aussi inverser les pôles de ta tige par le frottement. Ou également sans le faire exprès si tu touches seulement la tige avec un gros aimant.

Le pendule magnétique

Attache le bout d'une tige magnétisée avec un morceau de ficelle et laisse-la pendre au-dessus de la table (fig. 8). Si le nœud ne tient pas bien, aide-toi d'un bout de ruban adhésif.

Maintenant tu vas pouvoir influencer ton pendule avec ton aimant ou

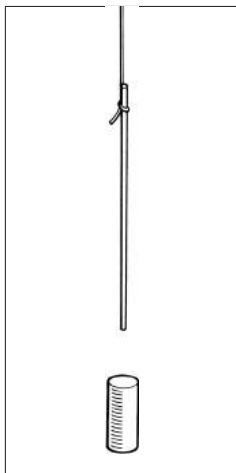


Fig. 8 : Le pendule magnétique

avec une deuxième tige magnétisée. Si tu tiens ton aimant de sorte qu'il repousse la tige suspendue, celle-ci va dessiner des cercles autour de lui. Si elle est attirée elle va faire des allers-retours « précipités ».

Suspend le pendule au-dessus de l'aimant debout sur la table. Combien de temps le pendule a-t-il besoin pour se calmer ?

Le partage en 2 d'une tige magnétisée

Maintenant partage en son milieu une tige magnétisée. Couper un fil d'acier n'est pas facile. Une paire de tenailles peut s'ébrécher. Le mieux est de prendre la tige avec une paire de pinces plates juste au milieu et de la courber dans tous les sens (fig. 9)

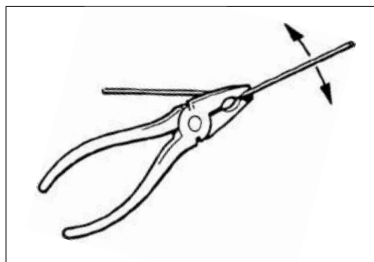


Fig. 9 : Partage de la tige magnétisée

jusqu'à ce qu'elle casse. L'acier trempé est cassant donc cela marche bien, mais attention, le bout cassé peut être très coupant. Tu pourrais penser que tu as maintenant en main 2 pôles magnétiques séparés. Eh bien non. Tu peux faci-

lement vérifier que la demi-tige boussole va prendre la direction nord-sud exactement comme la tige entière. Cela va même plus vite qu'avec elle. Tu peux reproduire tes expériences d'attraction-répulsion avec tes 2 demi-tiges magnétiques exactement comme avec les 2 entières. Tu as donc en main 2 tiges plus courtes mais bien complètes. Toutes deux ont un pôle nord et un pôle sud. Au milieu non magnétique de la tige longue, se

sont formés 2 nouveaux pôles. On peut répéter l'expérience : même des quarts de tige sont des boussoles.

L'épingle flottante

Procure-toi une épingle sans tête de verre et un saladier d'eau pour continuer les expériences. Le saladier peut être en n'importe quelle matière, (faïence, verre, plastique etc. ...), mais ni en fer, ni en acier. Tu as besoin en plus d'une fourchette ou d'une cuiller non magnétique, par exemple en bois ou en plastique. Magnétise l'épingle puis pose-la sur la cuiller ou la fourchette qui te permet ensuite de déposer l'épingle tout doucement à la surface de l'eau. Tu dois être très adroit pour que l'épingle ne reste pas accrochée à la fourchette ou pour qu'elle ne coule pas. L'eau a une « peau » très fine, qui maintient l'épingle à la surface. On appelle cet effet la « tension de surface ». L'épingle magnétisée prend tranquillement la direction nord-sud. Si l'épingle ne veut pas rester à la surface, tu peux la poser sur un bout de papier de 3 cm x 3 cm.

L'eau amortit le mouvement de l'épingle. Si tu approches l'aimant du saladier, l'épingle se tourne vers lui (fig. 10).

Si tu tournes l'aimant au-dessus de l'épingle, celle-ci tourne aussi. Grâce à l'aimant, tu peux faire faire tous les déplacements possibles à l'épingle. Si tu retires l'aimant du saladier, l'épingle va reprendre sa direction nord-sud.



Fig. 10 : Epingle sur l'eau

Le bateau magnétique

Tu peux aussi poser une tige boussole, ou une demie ou un quart, sur un morceau de bois ou d'écorce, ou la passer à travers un bout de liège ou de polystyrène (fig. 11). C'est à cela que ressemblait la première boussole qui accompagna Christoph Colomb vers l'Amérique. L'eau n'influence pas la force magnétique. Pose 2 tiges magnétisées côte à côte sur une des petites planches sur l'eau. Si 2 pôles identiques se côtoient, l'« effet boussole » se renforce. Si les tiges se trouvent têtes-bêches, leurs pôles se neutralisent.



Fig. 11 : Bouchon et tige magnétisée

Même un bateau en papier tient l'eau un certain temps : plies-en un à partir d'une feuille de format DIN-A5 (tu trouves les instructions, fig. 12, à la page dernière de ce carnet). Passe une demi-tige magnétisée en travers de sa voile.

Une fois le bateau à l'eau, il prend lui aussi, mais plus lentement, la direction nord-sud. Grâce à ton aimant, tu peux maintenant conduire le bateau sans le toucher. Bientôt tu maîtrises diverses manœuvres : en avant, en arrière, en rond, accostage et appareillage etc. ... Tu as en main une « télécommande » toute simple. Le petit bateau se laisse même diriger par en dessous à travers une table ou un lavabo.

Si tu utilises maintenant une tige magnétique comme mât, le bateau va réagir autrement. Cette fois les pôles magnétiques ne sont plus à la proue et à la poupe, mais tout en haut du mât et au fond du bateau. Quelle que soit la position de la tige,

celle-ci cherche toujours à se déplacer suivant certaines lignes. Ce sont encore ces lignes de force que tu as étudiées avec la limaille de fer. Suivant chacun des mouvements que tu donnes à l'aimant, la position du champ magnétique se transforme. Si tu éloignes le gros aimant de plus d'un mètre du bateau, c'est à nouveau le champ magnétique terrestre qui prédomine.

Démagnétiser

Tu n'as le droit de faire cette expérience qu'en présence d'un adulte !

Pour démagnétiser un acier magnétisé, tu as besoin de chaleur. Elle est l'ennemie du magnétisme. Tiens la tige avec une paire de pinces et porte-la au-dessus d'une flamme. Malheureusement la flamme d'une

bougie ne suffit pas, elle ne chauffe pas assez. Tu as besoin de la flamme du gaz, par exemple d'un camping-gaz (fig. 13).

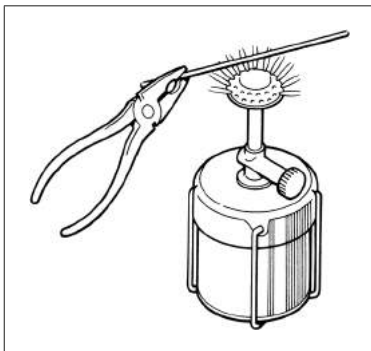


Fig. 13 : Démagnétisation d'une tige magnétique

2^e partie : l'électromagnétisme – Les forces magnétiques du courant électrique

Quel rapport existe-t-il entre le magnétisme et le courant électrique ?

Pour les expériences suivantes, procure-toi une pile plate de 4,5 volts.

Au cas où tu aurais envie de faire les expériences avec un accumulateur ou un transformateur, renseigne-toi dans un magasin spécialisé.

Tu ne dois en aucun cas mettre les fils dans une prise de courant ni utiliser le courant du secteur pour ces expériences ! C'est une question de vie ou de mort ! N'utilise qu'une pile de 4,5 V. Connecte le fil métallique le moins de temps possible pour économiser la pile !

Dans certaines expériences le fil de cuivre devient brûlant ! Il vaut toujours mieux utiliser la petite pince à linge pour toucher le fil ! Pour les expériences suivantes utilise un carton pour protéger la table.

Effet magnétique d'un fil métallique parcouru par le courant électrique

Coupe avec une vieille paire de ciseaux un mètre de fil de cuivre. Le fil est isolé par un vernis incolore, mais pour les expériences, les extrémités des fils ne doivent pas être isolées.

Le mieux est de gratter les bouts sur 1 ou 2 cm avec un vieux couteau de cuisine ou un couteau de poche.

Attention : dans les expériences suivantes, le fil peut devenir très chaud ! Attache une des extrémités du fil à un des pôles de la pile avec un trombone. Tu utiliseras l'épingle à linge pour tenir l'autre bout en contact avec le 2e pôle juste le temps de quelques secondes.

Suspend la tige boussole environ 1 cm au-dessus du carton. Si ton aimant est assez loin, la boussole prend la direction nord-sud. Puis pose le fil juste au-dessous d'elle sur le carton. Si tu établis le contact entre le bout de fil encore libre et le 2e pôle de la pile, la boussole réagit brusquement (fig. 14). Si tu interromps à nouveau le contact, la boussole reprend sa direction. Si tu rétablis le contact, la boussole se remet à bouger. Le courant

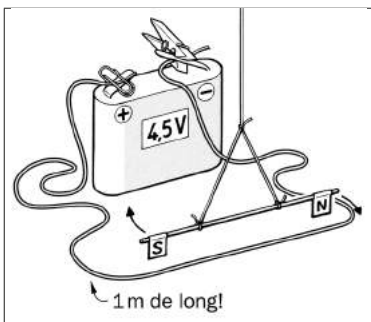


Fig. 14 : Effet magnétique d'un fil métallique parcouru par le courant électrique

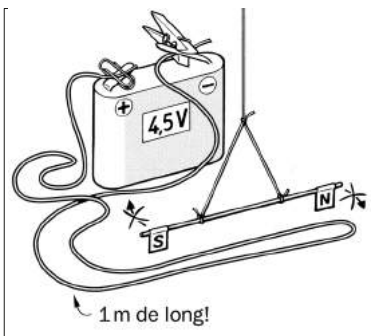


Fig. 15 : Annulation de l'effet magnétique

électrique dérange donc la boussole, il est lui aussi entouré d'un champ magnétique.

Essaie d'invertir les connexions vers la pile. La boussole réagit alors mais dans l'autre sens. L'électromagnétisme fut ainsi découvert par le Danois H. C. Oersted en 1820. Tu peux déduire de cette expérience que tout courant électrique est entouré d'un champ magnétique.

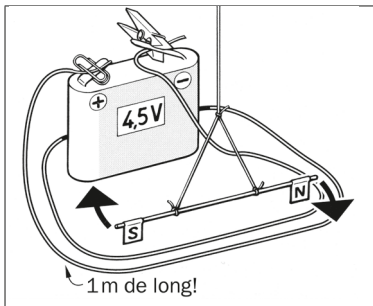


Fig. 16 : Effet magnétique double

Si tu disposes maintenant le fil comme sur la figure 15, dans la direction nord-sud mais en faisant un aller-retour et le connecte à la pile, la tige ne bouge pas. Les fils en sens inverses ont chacun un champ magnétique mais qui s'annulent entre eux.

Ensuite fais prendre le fil 2 fois la direction nord-sud en lui faisant faire une boucle autour de la pile (fig. 16). Au passage du courant, la boussole réagit doublement plus fort. L'effet magnétique des 2 fils est renforcé.

L'électro-aimant

Comment peux-tu renforcer l'effet magnétique ? Dénude au couteau les extrémités du fil de cuivre resté embobiné sur la petite planche de contre-plaqué. Rebranches-en un bout à un pôle de la pile et l'autre bout à l'autre pôle avec l'épingle à linge.

Attention : le fil peut devenir très chaud !

Tu obtiens ainsi la forme la plus simple d'une « bobine électromagnétique ». Utilise-la pour faire réagir la tige boussole. Sa réaction est plus forte. Déplace la bobine par rapport à la boussole et cherche la position dans laquelle l'effet est le plus fort.

Une telle bobine a un champ magnétique plus fort qu'un simple fil métallique.

Dans les expériences précédentes, le magnétisme engendré par le courant électrique n'a eu d'effet que sur la boussole bien sensible, tu as pu à peine faire bouger un clou par exemple.

Mais cela change dès que tu enroules le fil autour de la goupille de fer doux (bâtonnet de métal). Pour ce faire, enroule tout le fil du contre-plaqué autour de la goupille. Puis branche-le à la pile comme précédemment (fig. 17). La boussole est alors attirée fortement et tu peux te servir de cette bobine pour attirer autant de

clous qu'avec ton aimant permanent. Mais ils retombent tous dès que tu débranches la pile. Avec cet électro-aimant tu peux refaire toutes les expériences de la 1ère partie. Si tu ne crois

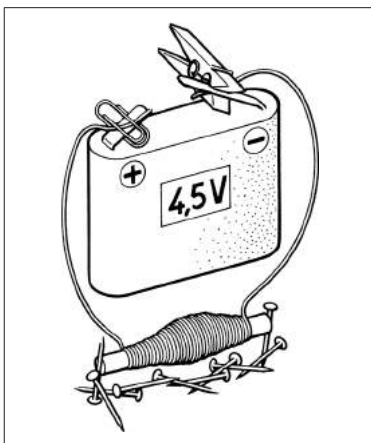


Fig. 17 : L'électro-aimant avec la goupille de fer

pas que c'est le fer qui rend ton électro-aimant si fort, fais l'essai en enroulant le fil de cuivre autour d'un bâtonnet de bois.

Les électro-aimants de ce genre sont montés dans les sonnettes électriques et dans tous les moteurs électriques, de l'aspirateur à la locomotive. C'est avec un électro-aimant puissant au bout d'une grue qu'on trie la ferraille, par exemple.

Conclusion

Nous les hommes, nous ne sentons pas le magnétisme, mais certains animaux le perçoivent. Les abeilles orientent leurs rayons de miel en fonction du champ magnétique terrestre. Les oiseaux migrateurs et les dauphins aussi semblent utiliser une « boussole » pour s'orienter dans leurs pérégrinations.

En expérimentant avec ton aimant tu as fait plus ample connaissance avec cette force fondamentale et mystérieuse. Tu es peut-être devenu curieux et souhaiterais en apprendre davantage. Avec la boîte à expériences « Forces Magnétiques », plus complète, tu peux faire d'autres expériences avec un deuxième aimant, et surtout construire un véritable moteur électrique qui fonctionne aussi en dynamo.

Carte du Monde sur la page 72

Les lignes courbes, « isogones », relient les endroits de même déclinaison à la surface de la Terre. Les chiffres donnent le nombre de degrés de différence entre une boussole (magnétique) et la direction nord-sud géographique.

Tu peux voir le pôle nord magnétique au bord de l'Antarctique, le pôle sud se trouve en-dehors de la carte dans l'océan arctique

au nord du Canada. Chez nous en Europe centrale, la déclinaison est en ce moment à peu près nulle. La boussole montre donc à peu près le Nord géographique. A l'extrémité sud de la Nouvelle-Zélande ou en Afrique du sud, la déclinaison atteint 25° ! Le champ magnétique terrestre se transforme : le pôle sud magnétique s'est déplacé ces dernières années de 60 km par an vers la Sibérie. De nombreux scientifiques supposent qu'au cours des prochains millénaires une inversion des pôles du champ magnétique terrestre va se produire. Cela se produit dans l'histoire de la Terre environ tous les 500 000 ans. On n'en connaît pas vraiment la cause.

Fig. 18 : Déclinaisons du champ magnétique terrestre en degrés (US/UK World Magnetic Model – Epoch 2020.0 Main Field Declination), Map developed by NOAA/NGDC & CIRES, <http://ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>

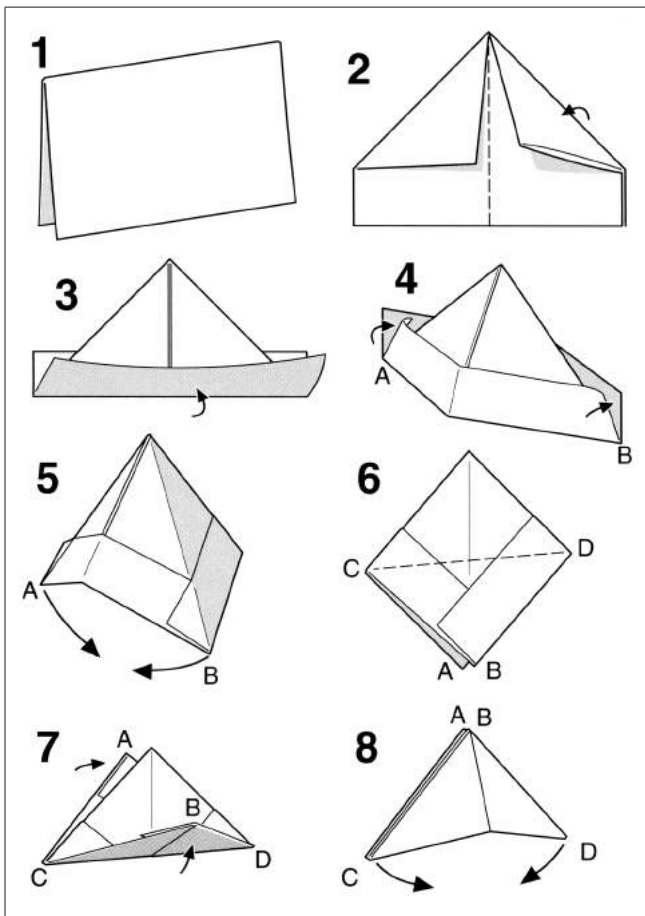
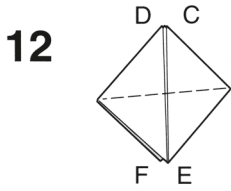
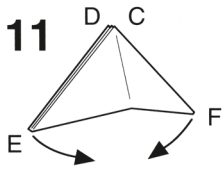
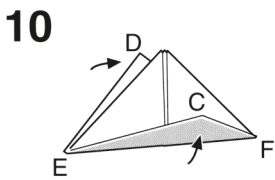
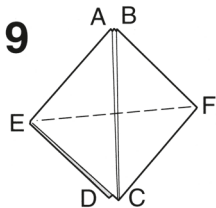


Abb./Pic./Fig. 12: Falten des Schiffes / Folding the Ship / Pliage du bateau (1)



halbe Stahlnadel
 half steel needle
 ½ tige d'acier

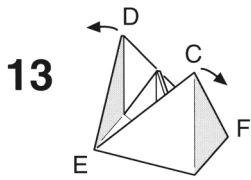
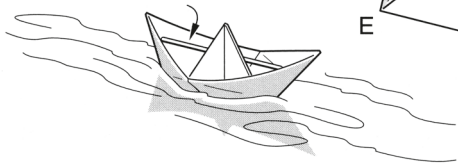


Abb./Pic./Fig. 12: Falten des Schiffes / Folding the Ship / Pliage du bateau (2)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0 Main Field Declination (D)

