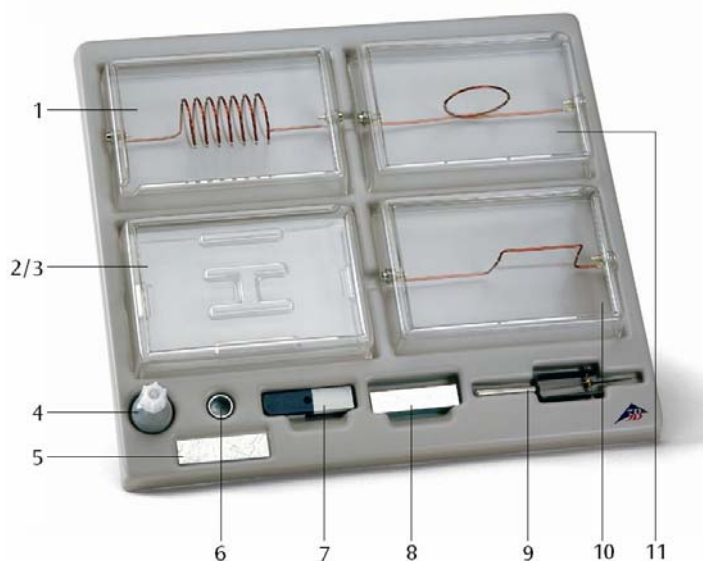


## Gerätesatz Magnetfelddarstellung U8491790

### Bedienungsanleitung

10/07 ALF



- 1 Zylinderspule auf Acrylglas-Kasten
- 2 Magnetauflage mit Führungsste-  
gen auf Acrylglas-Kasten
- 3 Acrylglas-Kasten zum Überstülpen  
mit glatter Streufläche
- 4 Streuer mit Eisenpulver
- 5 Flacher Weicheisenstab
- 6 Weicheisenring
- 7 2 Permanent-Flachstabmagnete
- 8 2 Weicheisenstäbe
- 9 Magnetnadel mit Halter
- 10 Gerader Leiter auf Acrylglas-  
Kasten
- 11 Ringförmiger Leiter auf Acrylglas-  
Kasten

### 1. Sicherheitshinweise

Zur Darstellung der Magnetfeldlinien von stromdurchflossenen Leitern werden Ströme von ca. 12 A – 15 A benötigt.

- Es ist ratsam die Spannungsquelle sofort auszu-  
schalten, wenn die Magnetfeldlinien sichtbar  
geworden sind. (Gefahr der Zerstörung der Kup-  
ferleiter durch den hohen Strom.)
- Stromdurchflossene Leiter nicht mit den Hän-  
den berühren.

### 2. Beschreibung

Der Gerätesatz Magnetfelddarstellung dient zur Darstellung der magnetischen Feldlinien von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern. Versuchsthemen umfassen u.a.: Kraftlinienverlauf von Stab- und Hufeisenmagneten, magnetische Abschirmung, magnetische Induktion, Kraftlinienverlauf von elektromagnetischen Feldern von geraden Leitern, ringförmigen Leitern, Zylinderspule sowie Elektromagneten.

Der Gerätesatz umfasst 5 Acrylglas-Kästen sowie 7 weitere Zubehörteile (siehe Pkt. 2.1). Die mit Eisen-

pulver zu bestreuenden Acrylglas-Kästen sind mit einer Aussparung versehen, so dass das verwendete Eisenpulver wieder in die Aufbewahrungsflasche zurückgefüllt werden kann. Alle Komponenten sind auf einem gerätegeformten Aufbewahrungstablett untergebracht. Der Gerätesatz ist auch zum Einsatz auf dem Tageslichtprojektor geeignet.

#### 2.1 Lieferumfang

- 1 Gerader Leiter auf Acrylglas-Kasten
- 1 Ringförmiger Leiter auf Acrylglas-Kasten
- 1 Zylinderspule auf Acrylglas-Kasten
- 1 Magnetauflage mit Führungsste-  
gen auf Acrylglas-  
Kasten
- 1 Acrylglas-Kasten zum Überstülpen mit glatter  
Streufläche
- 2 Weicheisenstäbe
- 1 Flacher Weicheisenstab
- 2 Permanent-Flachstabmagnete
- 1 Weicheisenring
- 1 Magnetnadel mit Halter
- 1 Streuer mit Eisenpulver
- 1 Gerätegeformtes Aufbewahrungstablett

### 3. Technische Daten

Anschlüsse:	4-mm-Sicherheitsbuchsen
Acrylglas-Kästen:	185 x 125 x 40 mm <sup>3</sup>
Aufbewahrungstablett:	430 x 380 x 25 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 1,5 kg

### 4. Bedienung

Zusätzlich erforderlich:

Stromversorgung ca. 15 A,  
z.B. DC-Netzgerät 0 – 16 V / 0 – 20 A U117361

- Den zum Versuch benötigten Acrylglas-Kasten gleichmäßig mit einer dünnen Schicht Eisenpulver bestreuen.
- Bei Durchführung des Versuchs auf einem Tageslichtprojektor Acrylglas-Kasten darauf platzieren und die Abbildung scharf einstellen.

Zur Darstellung der Magnetfeldlinien von stromdurchflossenen Leitern werden Ströme von ca. 12 A – 15 A benötigt.

- Die Spannung sollte langsam von 0 beginnend erhöht werden.
- Es ist ratsam die Spannungsquelle sofort auszuschalten, wenn die Magnetfeldlinien sichtbar geworden sind. (Gefahr der Zerstörung der Kupferleiter durch den hohen Strom)
- Um die Ausbildung der Magnetfeldlinien zu unterstützen ggf. leicht mit dem Finger gegen den Acrylglas-Kasten klopfen.
- Nach dem Versuch Eisenpulver in die Aufbewahrungsflasche zurückschütten und den Acrylglas-Kasten säubern.

### 5. Versuchsbeispiele

#### 5.1 Permanentmagnete

##### 5.1.1 Stabmagnet

- Einen Flachstabmagneten in die Mitte der Magnetauflage auf das H legen.
- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.
- Nach Ausbildung der Magnetfeldlinien mit der Magnetnadel den Kraftlinienverlauf demonstrieren.

##### 5.1.2 Kraftlinienverlauf zwischen zwei Magnetpolen, N und S

- 2 Flachstabmagnete so in die Mitte der Magnetauflage im H platzieren, dass sie sich anziehen aber nicht aufeinander zu rutschen.

- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.

Zwischen den Magnetpolen N und S bilden sich dicht beieinanderliegende Kraftlinien aus, die innen fast geradlinig, weiter außen gebogen sind.

- Den Verlauf der äußeren Kraftlinien mittels der Magnetnadel demonstrieren.

##### 5.1.3 Kraftlinienverlauf zwischen zwei gleichen Magnetpolen

- 2 Flachstabmagnete so in die Mitte der Magnetauflage im H platzieren, dass sich zwei gleichsinnige Pole gegenüber liegen.
- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.

Es bilden sich keine verbindenden Kraftlinien zwischen den gleichsinnigen Polen aus.

##### 5.1.4 Hufeisenmagnet

- 2 Flachstabmagnete so links und rechts auf die Magnetauflage legen, dass die Polanordnung antiparallel ist.
- Auf einer Seite mit einem Weicheisenstab die Magnete zu einem Hufeisenmagneten schließen.
- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.
- Nach Ausbildung der Magnetfeldlinien mittels der Magnetnadel den Kraftlinienverlauf des Hufeisenmagneten demonstrieren.

##### 5.1.5 Magnetische Abschirmung

- Einen Hufeisenmagneten wie in Versuch Pkt. 5.1.4 aufbauen.
- Den Weicheisenring in die freie Fläche zwischen die Pole des Hufeisenmagnets platzieren.
- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.

Innerhalb des Eisenrings sind keine Feldlinien sichtbar. Sie nehmen ihren Weg durch das Eisen und der Innenraum des Eisenrings bleibt frei.

##### 5.1.6 Magnetisch Induktion

- Einen Flachstabmagnet auf der Magnetauflage im H platzieren.
- Den flachen Weicheisenstab so auf den Magneten legen, dass er nur etwa halb bedeckt ist und der Weicheisenstab weiter in die Mitte ragt.
- Den glatten Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, darüber stülpen und leicht dagegen klopfen.

- Polarität mittels der Magnetonadel demonstrieren.

Die Anordnung verhält sich wie ein einziger Stabmagnet. Am freien Ende des Weicheisenstabs hat sich ein Pol von der Polarität gebildet, wie ihn das abgedeckte Ende des Stabmagneten hat.

## 5.2 Elektromagnetische Felder

### 5.2.1 Gerader Leiter

- Den Kasten mit dem geraden Leiter so mit Eisenpulver bestreuen, dass nur die Fläche um den senkrecht durch den Kasten führenden Leiter bedeckt ist.
- Verbindung zur Spannungsquelle herstellen.
- Spannungsquelle einschalten und leicht gegen den Acrylglas-Kasten klopfen.
- Nach Ausbildung der Magnetfeldlinien die Spannungsquelle sofort ausschalten.

Um den Leiter bilden sich ringförmige Feldlinien, die nach außen schwächer werden.

Erklärung der Rechten-Faust-Regel: Wenn der ab gespreizte Daumen der rechten Hand die Stromrichtung zeigt, so gibt die Richtung der anderen Finger die Richtung des Magnetfeldes an.

### 5.2.2 Ringförmiger Leiter

- Den Versuch mit dem ringförmigen Leiter, wie unter 5.2.1 beschrieben, durchführen.
- Die Kraftlinienverläufe mittels der Magnetonadel demonstrieren.

Es bilden sich ringförmige Kraftlinienverläufe, ähnlich wie beim geraden Leiter, die symmetrisch zur zentralen Achse der Leiterschleife sind.

### 5.2.3 Zylinderspule

- Den Versuch mit der Zylinderspule, wie unter 5.2.1 beschrieben, durchführen.

Ein Vergleich der Kraftlinien mit denen des ringförmigen Leiters zeigt, dass die stromdurchflossene Zylinderspule eine Addition von mehreren stromdurchflossenen Leiterschleifen ist.

### 5.2.4 Elektromagnet

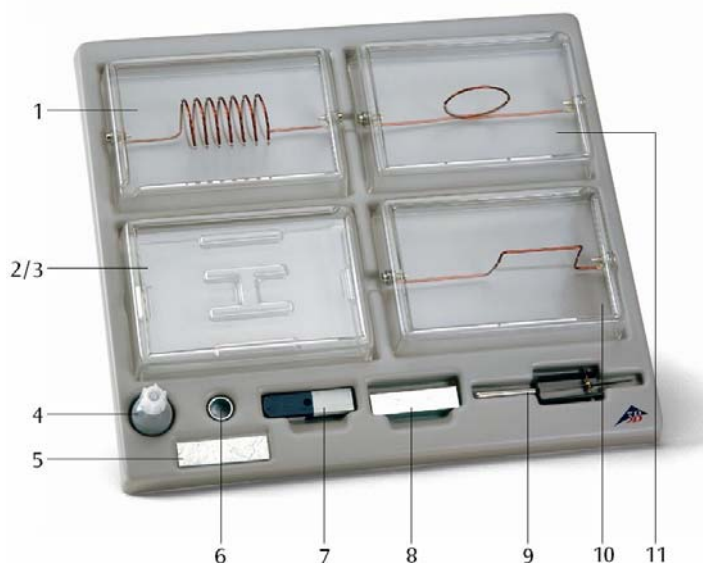
- Einen Weicheisenstab als Kern in die Zylinderspule legen.
- Acrylglas-Kasten mit Eisenpulver bestreuen, Spannungsquelle einschalten und leicht gegen den Kasten klopfen.

Es bilden sich die Kraftlinien des Elektromagneten mit der Konzentration der Kraftlinien an den Enden des stabförmigen Elektromagneten.

## Set of Apparatus for Displaying Magnetic Fields U8491790

### Instruction sheet

10/07 ALF



- 1 Cylindrical coil on box made of Plexiglas
- 2 Magnet support base with guide studs on box made of Plexiglas
- 3 Plexiglas box with smooth surface
- 4 Scattering bottle with iron filings
- 5 Flat soft iron bar
- 6 Soft iron ring
- 7 2 Permanent flat bar magnet
- 8 2 Soft iron bars
- 9 Magnetic needle with holder
- 10 Straight conductor on box made of Plexiglas
- 11 Ring-shaped conductor on box made of Plexiglas

### 1. Safety instructions

Currents of approx. 12 A – 15 A are required to demonstrate magnetic field distribution of current carrying conductors.

- It is recommended that the power source be switched off immediately once the lines of the magnetic force field become visible. (Danger that the copper leads are damaged due to the high current.)
- Do not touch the current carrying conductors with your fingers.

### 2. Description

The set of apparatus for displaying magnetic fields is used to illustrate magnetic field distribution of permanent magnets and current-carrying conductors. Experiment topics include among others: magnetic flux lines of bar and horseshoe magnets, magnetic screening, magnetic induction, lines of force of electromagnetic fields of straight conductors, ring-shaped conductors, cylindrical coils and electromagnets.

The equipment kit includes 5 Plexiglas boxes as well as 7 additional accessories (see point 2.1). The Plexiglas boxes used to scatter iron filings on is designed with a recess so that after use the iron filings can easily be refilled into the storage bottle. All of the components are arranged in a component-shaped pre-moulded storage tray. The equipment kit is also well suited for use on a daylight projector.

#### 2.1 Scope of delivery

- 1 Straight conductor mounted on Plexiglas box
- 1 Ring-shaped conductor mounted on Plexiglas box
- 1 Cylindrical coil mounted on Plexiglas box
- 1 Magnet pad with guide studs on Plexiglas box
- 1 Plexiglas box with smooth surface for scattering materials on
- 2 Soft iron bars
- 1 Flat soft iron bar
- 2 Permanent flat bar magnets
- 1 Soft iron ring
- 1 Magnetic needle with holder
- 1 Scattering bottle with iron filings
- 1 Pre-moulded storage tray

### 3. Technical data

Connections:	4 mm safety sockets
Plexiglas boxes:	185 x 125 x 40 mm <sup>3</sup>
Storage tray:	430 x 380 x 25 mm <sup>3</sup>
Weight:	approx. 1.5 kg

### 4. Operation

#### Additionally required:

Power supply approx. 15 A,  
e.g. DC power supply, 0 – 16 V / 0 – 20 A U117361

- For the experiment you need to pour a thin even layer of iron filings on the Plexiglas box.
- When performing the experiment with a daylight projector place the Plexiglas box on this and adjust the setting until the image is sharp.

To demonstrate the magnetic field of a current carrying conductor, electrical currents of approx. 12 A – 15 A are needed.

- The voltage should be increased slowly starting from 0.
- It is recommended that the voltage source be switched off immediately after the lines of the magnetic field become visible. (There is the danger that the high current could damage the copper wires.)
- To enhance the formation of the magnetic field it might prove useful to softly tap your finger against the Plexiglas box.
- After completing the experiment pour the iron filings back into the storage bottle and clean the Plexiglas box.

### 5. Sample experiments

#### 5.1 Permanent magnets

##### 5.1.1 Bar magnet

- Place a flat bar magnet on the H in the middle of the magnet rest.
- Scatter iron filings over the smooth surface of the Plexiglas box, place on top and gently knock against it.
- After the magnetic field lines have formed, demonstrate the distribution of magnetic flux using the magnetic needle.

##### 5.1.2 Magnetic flux lines between two magnetic poles, N and S

- Place 2 flat bar magnets in the H in the middle of the magnet rest so that they attract each other but do not slide up to each other.

- Scatter iron filings over the smooth Plexiglas box and place it on top and knock against it gently.

Between the magnetic poles N and S densely packed flux lines form which are almost straight at the center and bend more and more, the further out they are.

- Demonstrate the outer flux lines using the magnetic needle.

##### 5.1.3 Magnetic flux lines between two like magnetic poles

- Place 2 flat bar magnets in the H in the middle of the magnet support base so that the two poles with same polarity are facing each other.
- Scatter iron filings over the smooth Plexiglas box and place it on top and then gently knock against it.

No interlocking flux lines form between the like poles.

##### 5.1.4 Horseshoe magnet

- Place 2 flat bar magnets to the left and right on the magnet support pad so that the magnetic poles are antiparallel.
- Add on one side a soft iron bar magnet so that the magnets together form a horseshoe magnet.
- Scatter iron filings onto the smooth Plexiglas box, place it on top and then tap it gently.
- After the magnet field lines form use the magnetic needle to demonstrate the magnet flux lines of the horseshoe magnet.

##### 5.1.5 Magnetic shielding

- Assemble a horseshoe magnet as described in the experiment point 5.1.4.
- Place the soft iron ring in the empty space between the poles of the horseshoe magnet.
- Scatter iron filings onto the smooth Plexiglas box, place it on top and then tap it gently.

There is no magnetic field visible within the iron ring. These follow a path through the iron and the space within the iron ring remains free.

##### 5.1.6 Magnetic induction

- Place a flat bar magnet on the H in the middle of the magnet pad.
- Position the soft iron bar on the magnet so that it only covers about half of it and the soft iron bar still protrudes into the middle.
- Scatter iron filings onto the smooth Plexiglas box, place it on top and then tap it gently.
- Demonstrate the polarity using the magnetic needle.

The arrangement behaves like a single bar magnet. At the free end of the soft iron bar, a pole has formed with the same polarity as the covered end of the bar magnet.

## 5.2 Electromagnetic fields

### 5.2.1 Straight conductor

- Scatter iron filings on the box with the straight conductor so that only the approximate surface around the vertical current-carrying conductor passing through the box is covered.
- Connect up the voltage source.
- Switch on the power and gently tap the Plexiglas box.
- Immediately switch off the power after the magnetic field lines have formed.

Ring-shaped field lines form around the conductor. These become weaker with increasing distance.

Explanation of Fleming's right-hand rule: if the thumb of your right hand is pointing up in the direction of the current, your fingers point in the direction of the magnetic field.

### 5.2.2 Ring-shaped conductor

- Carry out the experiment described under point 5.2.1 but with the ring-shaped conductor.
- Demonstrate the magnetic field using the magnetic needle.

Ring-shaped magnetic field lines form similar to the ones with the straight conductor. These lines are symmetrical to the center of the conductor loop.

### 5.2.3 Cylindrical coil (solenoid)

- Conduct the experiment as described under point 5.2.1 but this time use the cylindrical coil.

A comparison of the magnetic flux lines with those of the ring-shaped conductor shows that the current-carrying cylindrical coil constitutes several current carrying conductor loops added together.

### 5.2.4 Electromagnet

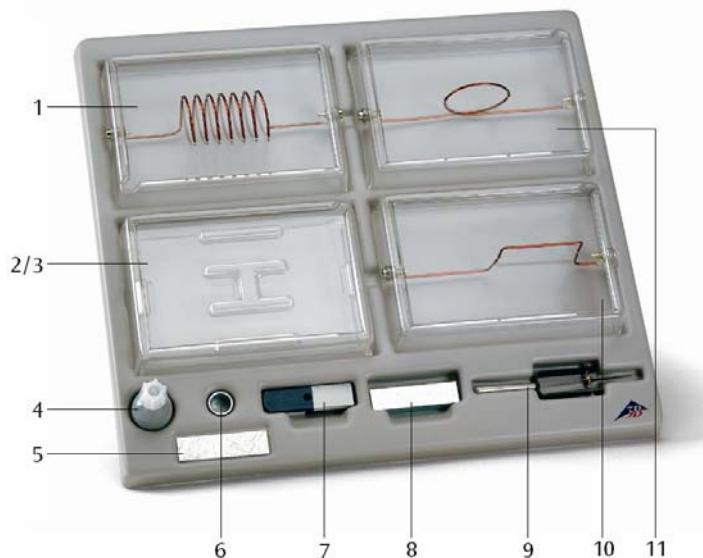
- Place a soft iron bar acting as a core into the cylindrical coil.
- Scatter iron filings on the Plexiglas box, switch on the power and gently tap against the box.

The electromagnet forms magnetic flux lines, which are most concentrated at the ends of the bar shaped electromagnet.

## Ensemble de représentation du champ magnétique U8491790

### Instructions d'utilisation

10/07 ALF



- 1 Bobine cylindrique sur boîtier en verre acrylique
- 2 Support magnétique avec barres de guidage sur boîtier en verre acrylique
- 3 Boîtier en verre acrylique à surface lisse
- 4 Diffuseur avec poudre de fer
- 5 Barre plate en fer doux
- 6 Anneau en fer doux
- 7 2 aimants permanents en barres plates
- 8 2 barres en fer doux
- 9 Aiguille aimantée avec support
- 10 Conducteur droit sur boîtier en verre acrylique
- 11 Conducteur annulaire sur boîtier en verre acrylique

### 1. Consignes de sécurité

L'illustration des lignes de conducteurs sous tension nécessite des courants d'env. 12 à 15 A.

- Il est conseillé de mettre la source de tension immédiatement hors tension lorsque les lignes du champ magnétiques ont été rendues visibles (risque de destruction des conducteurs en cuivre par le courant élevé).
- Ne pas toucher avec les mains les conducteurs sous tension.

### 2. Description

Ensemble pour réaliser des expériences portant sur les lignes de champ magnétique d'aimants permanents et de conducteurs sous tension. Thèmes des expériences : entre autres, allure des lignes de force d'aimants droits et en fer à cheval, blindage magnétique, induction magnétique, allure des lignes de force de champs électromagnétiques de conducteurs droits, de conducteurs annulaires, de bobines cylindriques et d'électroaimants.

Le jeu d'appareils comprend 5 boîtiers en verre acrylique ainsi que 7 pièces accessoires (voir point 2.1). Les boîtiers en verre acrylique recouverts de poudre de fer présentent une rainure qui permet de remettre dans le flacon la poudre de fer utilisée. Tous les modules sont rangés dans un plateau adapté aux appareils. Le jeu d'appareils peut également être utilisé sur un rétroprojecteur.

#### 2.1 Matériel fourni

- 1 conducteur droit sur boîtier en verre acrylique
- 1 conducteur annulaire sur boîtier en verre acrylique
- 1 bobine cylindrique sur boîtier en verre acrylique
- 1 support magnétique avec barres de guidage sur boîtier en verre acrylique
- 1 boîtier en verre acrylique à surface lisse
- 2 barres en fer doux
- 1 barre plate en fer doux
- 2 aimants permanents en barres plates
- 1 anneau en fer doux
- 1 aiguille aimantée avec support
- 1 diffuseur avec poudre de fer

## 1 plateau de conservation adapté aux appareils

### 3. Caractéristiques techniques

Connexions :	bornes de sécurité de 4 mm
Boîtiers en verre acrylique:	185 x 125 x 40 mm <sup>3</sup>
Plateau de rangement:	430 x 380 x 25 mm <sup>3</sup>
Masse:	env. 1,5 kg

### 4. Manipulation

Articles complémentaires nécessaires :  
alimentation électrique env. 15 A  
par ex. Alimentation CC, 0 – 16 V, 0 – 20 A U117361

- Répandre une fine couche uniforme de poudre de fer sur le boîtier en verre acrylique nécessaire pour réaliser l'expérience.
- En cas de réalisation de l'expérience sur un rétroprojecteur, placer le boîtier en verre acrylique sur celui-ci et ajuster la netteté de l'image.

L'illustration des lignes de conducteurs sous tension nécessite des courants d'env. 12 à 15 A.

- Augmenter lentement la tension en commençant à 0.
- Il est conseillé de mettre la source de tension immédiatement hors tension lorsque les lignes du champ magnétiques ont été rendues visibles (risque de destruction des conducteurs en cuivre par le courant élevé).
- Pour faciliter l'illustration des lignes du champ magnétique, tapoter éventuellement avec le doigt sur le boîtier en verre acrylique.
- Après avoir réalisé l'expérience, remettre la poudre de fer dans le flacon et nettoyer le boîtier en verre acrylique.

## 5. Exemples d'expériences

### 5.1 Aimants permanents

#### 5.1.1 Aimant droit

- Poser un aimant droit et plat sur le H au milieu du support magnétique.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.
- Lorsque les lignes sont visibles, démontrer le spectre magnétique à l'aide de l'aiguille aimantée.

#### 5.1.2 Spectre magnétique entre les deux pôles N et S

- Placer 2 aimants droits et plats sur le H au milieu du support magnétique de telle sorte qu'ils s'attirent, sans toutefois se rapprocher.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.
- Des lignes de force très rapprochées apparaissent entre les pôles N et S, à l'intérieur pratiquement rectilignes, plus arquées vers l'extérieur.

Démontrer l'allure des lignes extérieures à l'aide de l'aiguille aimantée.

#### 5.1.3 Spectre magnétique entre deux pôles identiques

- Placer 2 aimants droits et plats sur le H au milieu du support magnétique de telle sorte que deux pôles identiques s'opposent.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.

Aucune ligne ne se forme entre les pôles identiques.

#### 5.1.4 Aimant en fer à cheval

- Placer 2 aimants droits et plats à gauche et à droite du support magnétique de telle sorte que la disposition des pôles soit antiparallèle.
- Sur un côté, avec une barre en fer doux, fermer les aimants pour en faire un aimant en fer à cheval.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.
- Lorsque les lignes sont visibles, démontrer le spectre magnétique de l'aimant en fer à cheval à l'aide de l'aiguille aimantée.

#### 5.1.5 Ecran magnétique

- Mettre en place un aimant en fer à cheval, comme dans l'expérience au point 5.1.4.
- Placer l'anneau en fer doux dans l'espace libre entre les pôles de l'aimant en fer à cheval.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.

Aucune ligne de champ magnétique n'est visible à l'intérieur de l'anneau de fer. Les lignes suivent un chemin à travers le fer et l'espace intérieur de l'anneau de fer reste libre.

#### 5.1.6 Induction magnétique

- Placer un aimant droit et plat sur le H du support magnétique.



- Poser la barre plate en fer doux sur l'aimant de telle sorte que celui-ci ne soit recouvert qu'à moitié et que la barre dépasse au milieu.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier lisse en verre acrylique, recouvrir le boîtier et tapoter légèrement sur le boîtier.
- Démontrer la polarité à l'aide de l'aiguille aimantée.

La disposition est celle d'un aimant droit unique. A l'extrémité libre de la barre en fer doux, un pôle s'est formé avec la polarité de l'extrémité recouverte de l'aimant droit.

## 5.2 Champs électromagnétiques

### 5.2.1 Conducteur droit

- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier avec le conducteur droit, de telle sorte que seule soit recouverte la surface autour du conducteur traversant verticalement le boîtier.
- Etablir la liaison avec la source de tension.
- Mettre la source de tension en service et tapoter sur le boîtier en verre acrylique.
- Lorsque le spectre magnétique est visible, mettre immédiatement la source de tension hors service.

Autour du conducteur, il se forme des lignes annulaires qui s'atténuent vers l'extérieur.

Règle générale : si le pouce de la main droite indique le sens du courant, la direction de l'autre doigt indique le sens du champ magnétique.

### 5.2.2 Conducteur annulaire

- Réaliser l'expérience avec le conducteur annulaire, comme décrit sous 5.2.1.
- Démontrer le spectre magnétique à l'aide de l'aiguille aimantée.

Il se forme des lignes annulaires, comme pour le conducteur droit, qui sont symétriques à l'axe central de la boucle du conducteur.

### 5.2.3 Bobine cylindrique

- Réaliser l'expérience avec la bobine cylindrique, comme décrit sous 5.2.1.

Une comparaison avec le spectre magnétique du conducteur annulaire montre que la bobine cylindrique traversée par le courant représente une addition de plusieurs boucles de conducteur traversées par du courant.

### 5.2.4 Electro-aimant

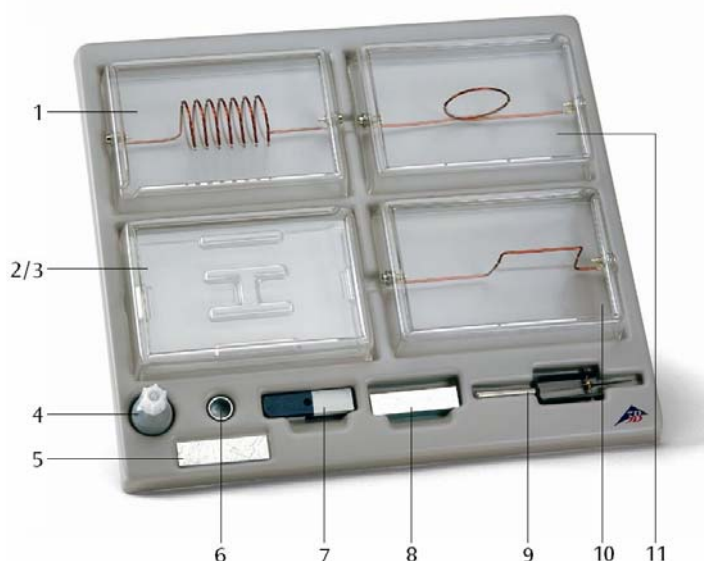
- Poser une barre en fer doux comme noyau dans la bobine cylindrique.
- Répandre de la poudre de fer sur le boîtier en verre acrylique, mettre la source de tension en service et tapoter contre le boîtier.

Il se forme un spectre magnétique dont les lignes se concentrent aux extrémités de l'électro-aimant en forme de barre.

## Kit Rappresentazione del campo magnetico U8491790

### Istruzioni per l'uso

10/07 ALF



- 1 Bobina cilindrica su scatola in materiale acrilico trasparente
- 2 Supporto per magneti con guide su scatola in materiale acrilico trasparente
- 3 Scatola in materiale acrilico trasparente da sovrapporre, con superficie liscia
- 4 Flacone dosatore con polvere di ferro
- 5 Barretta piatta in ferro dolce
- 6 Anello in ferro dolce
- 7 2 magneti permanenti a barretta piatta
- 8 2 barrette in ferro dolce
- 9 Ago magnetico con supporto
- 10 Conduttore rettilineo su scatola in materiale acrilico trasparente
- 11 Conduttore ad anello su scatola in materiale acrilico trasparente

### 1. Norme di sicurezza

Per la visualizzazione delle linee di campo magnetico dei conduttori di corrente sono necessarie correnti di ca. 12 A–15 A.

- È consigliato disconnettere immediatamente la sorgente di tensione non appena le linee di campo magnetico sono visibili. Pericolo di distruzione del conduttore in rame a causa dell'elevata corrente.
- Non toccare i conduttori di corrente con le mani.

### 2. Descrizione

Il kit rappresentazione del campo magnetico consente la visualizzazione delle linee di campo magnetiche dei magneti permanenti e dei conduttori in cui scorre corrente. Gli argomenti degli esperimenti comprendono tra l'altro: andamento delle linee di forza nei magneti a barra e a ferro di cavallo, schermatura magnetica, induzione magnetica, andamento delle linee di

forza nei campi magnetici dei conduttori rettilinei, conduttori ad anello, bobine cilindriche ed elettromagneti.

Il kit comprende 5 scatole in vetro acrilico e 7 accessori (vedere 2.1). Le scatole in materiale acrilico trasparente da cospargere con la polvere di ferro sono dotate di un foro che consente di riversare sempre nel flacone di conservazione la polvere di ferro utilizzata. Tutti i componenti sono inseriti in un pannello di custodia con alloggiamenti stampati con le forme dei componenti stessi. Il kit è anche indicato per l'utilizzo con proiettore a luce diurna.

#### 2.1 Dotazione

- 1 conduttore rettilineo su scatola in materiale acrilico trasparente
- 1 conduttore ad anello su scatola in materiale acrilico trasparente
- 1 bobina cilindrica su scatola in materiale acrilico trasparente
- 1 supporto per magneti con guide su scatola in materiale acrilico trasparente

- 1 scatola in materiale acrilico trasparente da sovrapporre, con superficie liscia
- 2 barrette in ferro dolce
- 1 barretta piatta in ferro dolce
- 2 magneti permanenti a barretta piatta
- 1 anello in ferro dolce
- 1 ago magnetico con supporto
- 1 flacone dosatore con polvere di ferro
- 1 pannello di custodia con alloggiamenti stampati

### 3. Dati tecnici

Collegamenti:	Jack di sicurezza da 4 mm
Scatole in acrilico:	185 x 125 x 40 mm <sup>3</sup>
Pannello di custodia:	430 x 380 x 25 mm <sup>3</sup>
Massa:	ca. 1,5 kg

### 4. Comandi

Dotazione supplementare necessaria:

Alimentazione in corrente ca. 15 A ad esempio alimentatore DC, 0 – 16 V, 0 – 20 A U117361

- Cospargere con uno strato sottile e uniforme di polvere di ferro la scatola in acrilico necessaria per l'esperimento.
- Per l'esecuzione dell'esperimento su un proiettore a luce diurna, posizionare su questo la scatola in acrilico trasparente e regolare la nitidezza dell'immagine.

Per la visualizzazione delle linee di campo magnetico dei conduttori di corrente sono necessarie correnti di ca. 12 A – 15 A.

- La tensione deve essere aumentata lentamente partendo da 0 V.
- È consigliato disconnettere immediatamente la sorgente di tensione non appena le linee di campo magnetico sono visibili. Pericolo di distruzione del conduttore in rame a causa dell'elevata corrente.
- Per aiutare la creazione delle linee di campo magnetico, se necessario battere leggermente con un dito sulla scatola in materiale acrilico trasparente.
- Completato l'esperimento, versare nuovamente la polvere di ferro nel flacone di conservazione e pulire la scatola in materiale acrilico trasparente.

## 5. Esempi di esperimenti

### 5.1 Magneti permanenti

#### 5.1.1 Magnete a barra

- Posizionare un magnete a barretta piatta al centro del supporto per magnete, sulla H.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre al magnete e battere leggermente sulla stessa.
- Completata la formazione delle linee di campo magnetico dimostrare con l'ago magnetico l'andamento delle linee di forza.

#### 5.1.2 Andamento delle linee di forza tra due poli magnetici N e S

- Posizionare 2 magneti a barretta piatta al centro del supporto per magnete, nella H, in modo che si attraggano ma non scivolino l'uno contro l'altro.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre ai magneti e battere leggermente sulla stessa.
- Tra i poli magnetici N e S si creano linee di forza adiacenti, internamente quasi rettilinee e sempre più incurvate verso l'esterno.

Dimostrare mediante l'ago magnetico l'andamento delle linee di forza esterne.

#### 5.1.3 Andamento delle linee di forza tra due poli magnetici uguali

- Posizionare 2 magneti a barretta piatta al centro del supporto per magnete, nella H, in modo i due poli di segno uguale si fronteggino.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre ai magneti e battere leggermente sulla stessa.

Tra i poli di segno uguale non si creano linee di forza tra loro connesse.

#### 5.1.4 Magnete a ferro di cavallo

- Posizionare 2 magneti a barretta piatta a sinistra e a destra sul supporto per magneti in modo che la disposizione dei poli sia antiparallela.
- Chiudere su un lato i magneti con una barretta in ferro dolce per creare un magnete a ferro di cavallo.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre ai magneti e battere leggermente sulla stessa.
- Completata la formazione delle linee di campo magnetico dimostrare con l'ago magnetico l'andamento delle linee di forza nel magnete a ferro di cavallo.

### 5.1.5 Schermatura magnetica

- Costruire un magnete a ferro di cavallo come nell'esperimento del paragrafo 5.1.4.
- Inserire l'anello in ferro dolce nella zona libera tra i poli del magnete a ferro di cavallo.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre al magnete e battere leggermente sulla stessa.

All'interno dell'anello in ferro non sono visibili linee di campo. Esse trovano la loro via attraverso il ferro e lo spazio interno dell'anello in ferro resta libero.

### 5.1.6 Induzione magnetica

- Posizionare un magnete a barretta piatta sul supporto per magnete, sulla H.
- Collocare la barretta in ferro dolce sul magnete in modo che questo sia coperto solo per metà circa e che la barretta in ferro dolce spunti al centro.
- Cospargere la scatola liscia in materiale acrilico trasparente con la polvere di ferro, sovrapporre alla barretta e battere leggermente sulla stessa.
- Dimostrare la polarità mediante l'ago magnetico.

La disposizione creata si comporta come un magnete a barra unico. Sull'estremità libera della barretta in ferro dolce si è creato un polo dello stesso segno dell'estremità coperta del magnete a barra.

## 5.2 Campi elettromagnetici

### 5.2.1 Conduttori rettilinei

- Cospargere di polvere di ferro la scatola con il conduttore rettilineo in modo che sia coperta solo la superficie intorno al conduttore che passa verticalmente attraverso la scatola stessa.
- Stabilire la connessione con la sorgente di tensione.
- Attivare la sorgente di tensione e battere leggermente contro la scatola in materiale acrilico trasparente.
- Completata la formazione delle linee di campo magnetico, disattivare immediatamente la sorgente di tensione.

Intorno al conduttore si formano linee di campo ad anello, sempre più deboli verso l'esterno.

Regola della mano destra chiusa a pugno: quando il pollice all'infuori indica la direzione della corrente, la direzione delle altre dita indica quella del campo magnetico.

### 5.2.2 Conduttori ad anello

- Eseguire l'esperimento con il conduttore ad anello come descritto nel paragrafo 5.2.1.
- Dimostrare l'andamento delle linee di forza mediante l'ago magnetico.

Si creano linee di forza con andamento ad anello, simili a quelle del conduttore rettilineo, simmetriche all'asse centrale della spira conduttrice.

### 5.2.3 Bobine magnetiche

- Eseguire l'esperimento con la bobina magnetica come descritto nel paragrafo 5.2.1.

Il confronto delle linee di forza con quelle del conduttore ad anello mostra che la bobina cilindrica percorsa da corrente è una somma di più spire percorse da corrente.

### 5.2.4 Elettromagnete

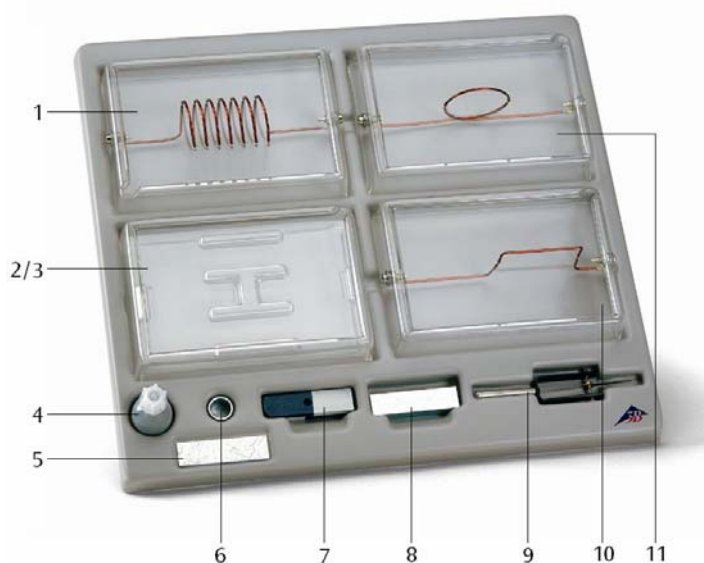
- Inserire una barretta in ferro dolce come nucleo nella bobina cilindrica.
- Cospargere con polvere di ferro la scatola in materiale acrilico trasparente, attivare la sorgente di tensione e battere leggermente contro la scatola.

Si creano le linee di forza dell'elettromagnete con concentrazione delle linee sulle estremità dell'elettromagnete a barra.

## Juego de aparatos: Representación del campo magnético U8491790

### Instrucciones de uso

10/07 ALF



- 1 Bobina sobre caja de vidrio acrílico
- 2 Asiento de imán con barras guía sobre caja de vidrio acrílico
- 3 Caja de vidrio acrílico de superficie lisa
- 4 Esparcidor con polvo de hierro
- 5 Barra plana, hierro dulce
- 6 Aro de hierro dulce
- 7 2 imanes permanentes de barra plana
- 8 2 barras de hierro dulce
- 9 Aguja imantada con soporte
- 10 Conductor recto sobre caja de vidrio acrílico
- 11 Conductor anular sobre caja de vidrio acrílico

### 1. Aviso de seguridad

Para la representación de las líneas magnéticas de conductores se necesitan corrientes de aproximadamente 12 A – 15 A.

- Es aconsejable desconectar la fuente de tensión tan pronto como las líneas magnéticas se hayan vuelto visibles. (Peligro de daño de los conductores de cobre debido a la corriente de alta intensidad.)
- No toque los conductores por los que fluye una corriente con las manos.

### 2. Descripción

Equipo para demostración con los que se representan las líneas de campos magnéticos de imanes permanentes y de conductores por los que fluye una corriente. Los temas de experimentación abarcan, entre otros, trayectoria de las líneas de fuerza de imanes de barra y de herradura, blindaje magnético, inducción magnética, trayectoria de líneas de fuerza de campos electromagnéticos de

conductores lineales, conductores anulares, bobinas cilíndricas, así como de electroimanes.

El equipo se compone de 5 cajas de vidrio acrílico, así como de 7 piezas accesorias adicionales (ver 2.1). Las cajas de cristal acrílico, sobre las que se esparce el polvo de hierro, están provistas de una entalladura, de manera que el polvo utilizado se pueda volver a envasar en la botella de almacenamiento. Todos los componentes se guardan en un tablero de almacenamiento provisto de espacios moldeados con las formas respectivas de cada pieza. El equipo también se puede utilizar con el proyector de luz diurna.

#### 2.1 Volumen de suministro

- 1 conductor recto sobre caja de vidrio acrílico
- 1 conductor anular sobre caja de vidrio acrílico
- 1 bobina cilíndrica sobre caja de vidrio acrílico
- 1 asiento de imán con surcos guía sobre caja de vidrio acrílico
- 1 caja de vidrio acrílico, de superficie lisa
- 2 barras de hierro dulce
- 1 barra plana de hierro dulce

- 2 imanes permanentes de barra plana
- 1 aro de hierro dulce
- 1 aguja magnética con soporte
- 1 esparcidor con polvo de hierro
- 1 tablero de almacenamiento moldeado para el equipo

### 3. Dato técnicos

Conectores:	casquillos de seguridad de 4-mm
Cajas de vidrio acrílico:	185x125x40 mm <sup>3</sup>
Tabl. de almacenamiento:	430x 380x25 mm <sup>3</sup>
Peso:	aprox. 1,5 kg

### 4. Servicio

Se requiere adicionalmente:

Fuente de alimentación de corriente de aprox. 15 A, p. ej.: Fuente de alimentación de CC 0–16 V, 0–20 A, U117361

- Esparcir homogéneamente una delgada capa de polvo de acero sobre la caja de vidrio acrílico requerida para el respectivo experimento.
- Si se ejecuta el experimento con un proyector de luz diurna, posicionar la caja acrílica sobre él y ajustar la nitidez de la imagen.

Para la representación de líneas magnéticas de conductores por los que fluye una corriente, se necesita que la misma tenga una intensidad de aprox. 12 A – 15 A.

- La tensión se debe elevar lentamente, comenzando desde 0.
- Es aconsejable desconectar inmediatamente la fuente de tensión una vez que las líneas magnéticas se hayan vuelto visibles. (Peligro de daño de los conductores de cobre debido a la alta corriente)
- Dado el caso, para contribuir a la formación de las líneas magnéticas se debe golpear suavemente con un dedo la caja de vidrio acrílico.
- Una vez finalizado el experimento, verter el polvo de hierro en la botella de almacenamiento y limpiar la caja de vidrio.

### 5. Ejemplos de experimentos

#### 5.1 Imanes permanentes

##### 5.1.1 Imán de barra

- Colocar un imán de barra plana, en el centro del asiento de imán, sobre la H.

- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, montarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.
- Una vez que se formen las líneas magnéticas, demostrar con la aguja imantada la trayectoria de las líneas de fuerza.

##### 5.1.2 Trayectoria de las líneas de fuerza entre dos polos magnéticos N y S

- Colocar 2 imanes de barra plana en la mitad del asiento de imanes, en la H, de manera que se atraigan pero que no se junten el uno con el otro.
- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, colocarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.
- Entre los polos magnéticos N y S se forman líneas de fuerza, muy cercanas entre sí, casi rectilíneas hacia el interior pero arqueadas hacia el exterior.

Demostrar la trayectoria de las líneas de fuerza exteriores por medio de la aguja imantada.

##### 5.1.3 Trayectoria de líneas de fuerza entre dos polos de igual signo

- Colocar 2 imanes de barra plana en la mitad del asiento de imanes, en la H, de manera que dos polos del mismo signo se encuentren frente a frente.
- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, colocarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.

No se forma ninguna línea de fuerza entre los dos polos de igual signo.

##### 5.1.4 Imán de herradura

- Colocar 2 imanes de barra plana a izquierda y derecha del asiento de imán, de manera que la ubicación de los polos sea antiparalela.
- Cerrar por un extremo los dos imanes con una barra de hierro dulce, de manera que se forme un imán de herradura.
- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, colocarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.
- Una vez que se han formado las líneas de campo magnético, demostrar la trayectoria de las líneas de fuerza del imán de herradura por medio de la aguja imantada.

##### 5.1.5 Blindaje magnético

- Montar un imán de herradura como se hizo en el punto 5.1.4.
- Posicionar el aro de hierro dulce en la superficie libre, entre los dos polos del imán de herradura.

- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, colocarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.

En el interior del aro de hierro no se forman líneas de campo magnético. Éstas forman su camino a través del hierro pero el interior del aro permanece vacío.

#### 5.1.6 Inducción magnética

- Colocar un imán de barra plana sobre el asiento de imán, en la H.
- Poner la barra de hierro dulce sobre el imán, de manera que sólo lo cubra por la mitad y que la barra de hierro dulce sobresalga hacia el centro.
- Esparcir polvo de hierro sobre la caja de vidrio acrílico de superficie lisa, colocarla sobre el asiento de imán y golpearla suavemente.
- Demostrar la polaridad por medio de la aguja imantada.

El montaje se comporta de igual manera que si se tratara de un imán único. En el extremo libre de la barra de hierro dulce se ha formado un polo cuyo signo es el mismo que el del extremo cubierto del imán de barra.

## 5.2 Campos electromagnéticos

### 5.2.1 Conductor recto

- Esparcir polvo de hierro en la caja del conductor rectilíneo, de manera que sólo quede cubierta la superficie que se encuentra alrededor del conductor que atraviesa perpendicularmente la caja.
- Realizar la conexión con la fuente de tensión.
- Encender la fuente de tensión y golpear suavemente la caja de cristal acrílico.
- Una vez que se formen las líneas de campo magnético, desconectar de inmediato la fuente de tensión.

Alrededor del conductor se forman líneas de campo de forma anular, las cuales se tornan más débiles hacia el exterior.

Ley de la mano derecha: Si colocamos la mano derecha con el pulgar extendido y apuntando en el sentido de la corriente, y luego cerramos la mano, el sentido en el que señalan los demás dedos indica la dirección del campo magnético.

### 5.2.2 Conductor de forma anular

- Realizar el experimento con el conductor en forma de aro de la misma manera que el descrito en 5.2.1.
- Demostrar la trayectoria de las líneas de fuerza por medio de la aguja imantada.

Se establecen trayectorias de líneas de fuerza de forma anular, similares a las del conductor rectilíneo, simétricas al eje central del lazo del conductor.

### 5.2.3 Bobina cilíndrica

- Realizar el experimento con el conductor de bobina cilíndrica de la misma manera que el descrito en 5.2.1.

Una comparación de las líneas de fuerza con las del conductor anular demuestra que una bobina cilíndrica por la que fluye corriente es una adición de varios lazos conductores por los que circula una corriente.

### 5.2.4 Electroimán

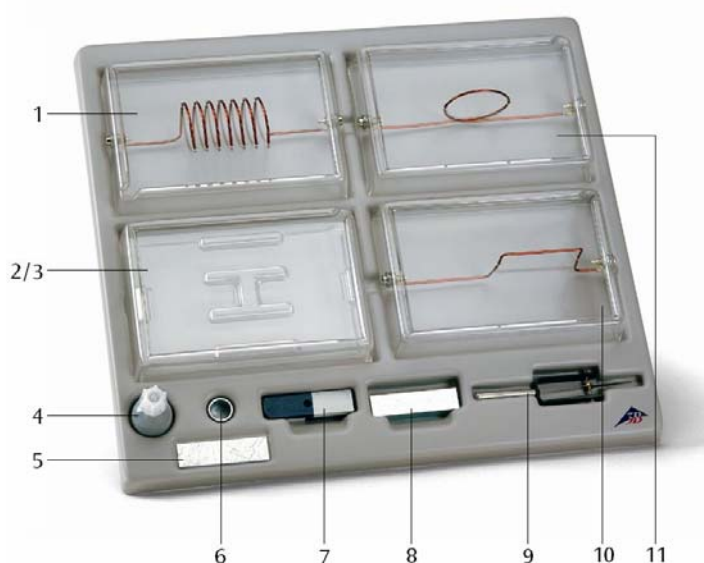
- Colocar una barra de hierro dulce como núcleo dentro de la bobina cilíndrica.
- Esparcir polvo de hierro sobre el vidrio acrílico, encender la fuente de tensión y golpear suavemente la caja.

Las líneas de fuerza del electroimán se concentran en el extremo del electroimán de barra.

## Kit de demonstração para experiências com campos magnéticos U8491790

### Manual de instruções

10/07 ALF



- 1 Bobina cilíndrica sobre caixa de acrílico transparente
- 2 Suporte para o imã com trilhos direcionais sobre caixa de acrílico transparente
- 3 Caixa de acrílico transparente para cobertura com superfície lisa para polvilhar
- 4 Espalhador com pó de ferro
- 5 Vara de ferro doce achatada
- 6 Anel de ferro doce
- 7 2 Imãs permanentes em vara achatada
- 8 2 Varas de ferro doce
- 9 Agulha magnética com alça
- 10 Condutor reto sobre caixa de acrílico transparente
- 11 Condutor em anel sobre caixa de acrílico transparente

### 1. Indicações de segurança

Para a representação das linhas de campo magnético de condutores sob corrente são necessárias correntes de aprox. 12 A – 15 A.

- É recomendável desligar imediatamente a fonte de tensão quando as linhas de campo magnético tenham se tornado visíveis (Há perigo de destruição dos condutores de cobre sob corrente alta).
- Não tocar os condutores sob corrente com as mãos.

### 2. Descrição

O kit de demonstração para experiências com campos magnéticos serve para a representação das linhas de campos magnéticos de imãs permanentes e de condutores sob corrente elétrica. Os temas de experiência incluem, entre outros: percurso das linhas de força de imãs em vara e imãs em

ferradura, isolamento magnético, indução magnética, percurso das linhas de força dos campos eletromagnéticos dos condutores retos, dos condutores em anel, das bobinas cilíndricas, assim como dos imãs eletromagnéticos.

O conjunto de aparelhos abrange 5 caixas de acrílico transparente, assim como 7 outros acessórios (ver 2.1). As caixas de acrílico transparente destinadas a serem polvilhadas com o pó de ferro estão equipadas com uma abertura, de forma que o pó de ferro utilizado possa ser retornado ao recipiente de armazenamento. Todos os componentes são guardados numa bandeja de armazenamento com as formas dos instrumentos. O kit de aparelhos também é adequado para a utilização sobre um retroprojektor.

#### 2.1 Fornecimento

- 1 condutor reto sobre caixa de acrílico transparente
- 1 condutor anular sobre caixa de acrílico transparente



- 1 bobina cilíndrica sobre caixa de acrílico transparente
- 1 base magnética com barras direcionais sobre caixa de acrílico transparente
- 1 caixa de acrílico transparente para cobertura com superfície para pulverização
- 2 varas de ferro doce
- 1 vara achatada de ferro doce
- 2 imãs permanentes em vara achatada
- 1 anel de ferro doce
- 1 agulha magnética com alça
- 1 espalhador com limalha de ferro
- 1 tabuleta de armazenamento com formas para os aparelhos

### 3. Dados técnicos

Conexões:	conectores de segurança de 4 mm
Caixa de acrílico transparente:	185 x 125 x 40 mm <sup>3</sup>
Tabuleta de armazenamento:	430 x 380 x 25 mm <sup>3</sup>
Massa:	aprox. 1,5 kg

### 4. Utilização

Adicionalmente necessário:

alimentação elétrica aprox. 15 A, por ex. fonte de alimentação DC, 0 – 16 V, 0 – 20 A U117361

- Espalhar uma camada fina e regular de pó de ferro sobre a caixa de acrílico transparente necessária para a experiência.
- Ao executar a experiência sobre um retroprojektor, colocar a caixa de acrílico transparente sobre o projetor e focalizar a imagem.

Para a representação das linhas de campo magnético de condutores eletrificados são necessárias correntes de aprox. 12 A – 15 A.

- A tensão deve ser aumentada lentamente a partir de 0.
- É recomendável desligar imediatamente a fonte de tensão quando as linhas de campo magnético tenham se tornado visíveis (Há perigo de destruição dos condutores de cobre sob corrente alta)
- Para ajudar a formação das linhas de campo magnético, caso necessário, bater levemente com o dedo na caixa de acrílico transparente.
- Após cada experiência, retornar o pó de ferro para o recipiente de armazenamento e limpar a caixa de acrílico transparente.

## 5. Exemplos de experiências

### 5.1 Imãs permanentes

#### 5.1.1 Imã em vara achatada

- Colocar um imã em vara achatada sobre o H no meio do suporte para imã.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.
- Após a formação das linhas de campo magnético, mostrar o percurso das linhas de força com a agulha magnética.

#### 5.1.2 Percurso das linhas de força entre dois pólos magnéticos N e S

- Posicionar 2 imãs em vara achatada no H no meio do suporte para imã de forma que eles se atraiam mas não deslizem um contra o outro.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.
- Entre os pólos magnéticos N e S se formam linhas de força paralelas, as quais são quase retas no seu interior e curvas na porção exterior.

Mostrar o percurso das linhas de força exteriores com a agulha magnética.

#### 5.1.3 Percurso das linhas de força entre dois pólos iguais

- Posicionar 2 imãs em vara achatada no H no meio do suporte para imã de forma que dois pólos de mesma carga se encontrem frente a frente.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.

Não se formam linhas de força reconhecíveis entre os pólos de mesma carga.

#### 5.1.4 Imã em ferradura

- Posicionar 2 imãs em vara achatada à direita e à esquerda sobre o suporte para imã de forma que os pólos se encontrem em posição antiparalela.
- Juntar os imãs por um lado com uma vara de ferro doce de modo a formar um imã em ferradura.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.
- Após a formação das linhas magnéticas, mostrar o percurso das linhas de força do imã em ferradura com a agulha magnética.

### 5.1.5 Isolamento magnético

- Construir um ímã em ferradura como indicado na experiência descrita em 5.1.4.
- Colocar o anel de ferro doce no espaço livre entre os pólos do ímã em ferradura.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.

Não há linhas de campo visíveis dentro de anel de ferro. Elas permanecem dentro do ferro e o interior do anel de ferro fica livre.

### 5.1.6 Indução magnética

- Posicionar um ímã em vara achatada em H.
- Colocar a vara de ferro doce sobre o ímã de forma que ele esteja coberto só pela metade e que a vara de ferro doce ainda atravesse pelo meio.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, cobrir e bater levemente sobre ela.
- Mostrar a polaridade por meio da agulha magnética.

O conjunto se comporta como um só ímã em vara. Na ponta livre da vara de ferro doce formou-se um pólo com a mesma polaridade que a da ponta coberta do ímã em vara.

## 5.2 Campos eletromagnéticos

### 5.2.1 Condutor reto

- Polvilhar a caixa com o condutor reto de modo que só a superfície em torno ao condutor que atravessa caixa verticalmente esteja coberta.
- Estabelecer a conexão com a fonte de tensão.
- Ligar a fonte de tensão e bater ligeiramente contra a caixa de acrílico transparente.
- Após a formação das linhas de campo magnético desligar imediatamente a fonte de tensão.

Em torno ao condutor formam-se linhas de campo em forma de anel, as quais vão enfraquecendo em direção a parte exterior.

Explicação da regra do punho direito: se o polegar estendido da mão direita aponta na direção da corrente, então a direção dos outros dedos indica a direção do campo magnético.

### 5.2.2 Condutor em forma de anel

- Executar a experiência com o condutor em forma de anel como está descrito em 5.2.1.
- Mostrar o percurso das linhas de força exteriores por meio da agulha magnética.

Formam-se percursos de linhas de força em forma de anel, de modo parecido ao caso do condutor reto, os quais são simétricos ao eixo central do laço condutor.

### 5.2.3 Bobina cilíndrica

- Executar a experiência com a bobina cilíndrica como está descrito em 5.2.1.

A comparação entre estas linhas de força e as produzidas pelo condutor em forma de anel mostra que a bobina cilíndrica eletrificada é uma adição de vários condutores em anel eletrificados.

### 5.2.4 Ímã eletromagnético

- Colocar uma vara de ferro doce como núcleo dentro da bobina cilíndrica.
- Polvilhar a caixa de acrílico transparente lisa com o pó de ferro, ligar a fonte de tensão e bater levemente sobre ela.

Os percursos de linhas do ímã eletromagnético força formam-se com a concentração das linhas de força na ponta do ímã eletromagnético em forma de vara.