

U10370 Magnet mit variablem Polabstand

Bedienungsanleitung

9/04 MH

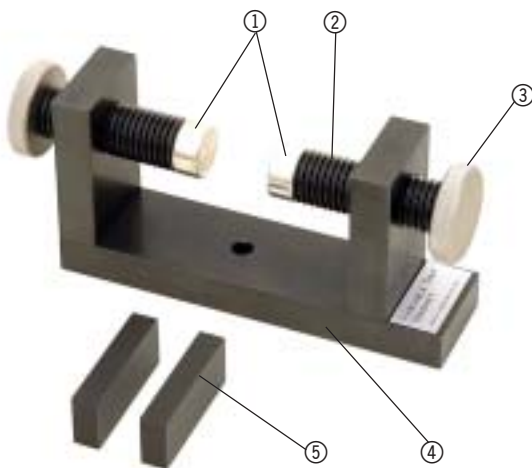


Fig. 1: Lieferumfang

- ① Neodym-Magnete, je 20 mm Durchmesser und 10 mm lang
- ② Gewindestab aus schwarz brüniertem Eisen
- ③ Handrad aus Edelstahl
- ④ Grundgerät aus schwarz brüniertem Eisen
- ⑤ Polschuhe aus schwarz brüniertem Eisen



1. Sicherheitshinweise

- Magnete weisen erhebliche Anzugs- und Abstoßkräfte auf, wodurch sie die Gefahr von Verletzungen durch Quetschung und Splitterbildung bergen. Daher dürfen die Magnete nicht von den Gewindestäben entfernt oder mechanisch bearbeitet werden.
- Bestimmte Magnetwerkstoffe sind toxisch und/oder leicht löslich und somit nicht unbedenklich. Leistungsminderung, Materialzerstörung und -auflösung können sich z. B. durch Korrosion (trocken lagern), chemische Einflüsse, Gegenfelder, hohe Temperaturen etc. ergeben. Bei direktem Kontakt zu Magnetwerkstoffen können allergische Reaktionen auftreten (z. B. gegen Zink und Nickel).
- Radioaktiven Strahlungen dürfen Dauermagnete nicht ausgesetzt werden.
- Bei bewegten Dauermagneten oder der Bewegung von leitenden Materialien durch das Magnetfeld kann es zur Wirbelstrombildung und damit zur erheblichen Erwärmung des Materials kommen - Verbrennungsgefahr.
- Es ist zu beachten, dass Magnetfelder Datenträger löschen und elektronische sowie mechanische Komponenten, z. B. **Herzschrittmacher**, beeinflussen bzw. zerstören können. Die erforderlichen Sicherheitsabstände sind unbedingt zu beachten.

- Für Luftfrachtsendungen ist eine Gefahrgut-Deklaration notwendig.
- Trotz all dieser Hinweise sind dem Autor negative Einflüsse von Magnetfeldern auf den Menschen, die aus Permanentmagneten entspringen, nicht bekannt.

2. Beschreibung, technische Daten

- Der Magnet mit variablem Polabstand kann zusammen mit dem elektromagnetischen Versuchsgerät U10371 für Versuche zum Dia- bzw. Paramagnetismus, zur Ermittlung der Kraft auf stromdurchflossene Leiter sowie zur Demonstration von Wirbelströmen eingesetzt werden.
- Zusammen mit den Lorentz-Motoranker U10372 kann ein Motor aufgebaut werden, der ohne Eisenkern in der Motorwicklung auskommt und sich nur aufgrund der Lorentzkraft dreht. Dabei ist – anders als bei normalen Gleichstrommotoren mit zweipoligem Anker – die Drehrichtung von der Stromrichtung abhängig.
- Zur Befestigung des Magneten bei Versuchsaufbauten sind in der unteren Trägerplatte eine Bohrung mit 8 mm Durchmesser und ein dazu senkrechtes Gewindeloch M5 angebracht. Somit ist es entweder möglich, den Magneten auf einen Stativstab mit 8 mm Durchmesser aufzustecken und mit

einer (Rändel-) Schraube M5 zu arretieren oder ihn direkt mit einer (Rändel-) Schraube M8, z.B. auf das elektromagnetische Versuchsgerät, aufzuschrauben.

- Der Luftspalt zwischen den Neodym-Magneten ist von 2 mm bis 80 mm einstellbar. Die sich in der Mitte auf der gedachten Verbindungsachse zwischen den Magneten einstellende Feldstärke B kann in Abhängigkeit der Luftspaltbreite x wie folgt berechnet werden¹:

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L + x}{\sqrt{D^2 + (2L + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- Dabei ist L die Gesamtlänge der Magnete ($2 \times 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) und D der Durchmesser (20 mm). Die magnetische Remanenz B_r ist grundsätzlich über eine Messung zu ermitteln, da die herstellungsbedingten Toleranzen erheblich sind. Der Wert sollte für die hier verwendeten Magnete in etwa 1000 - 1300 mT betragen. Angenommen, die Remanenz beträgt $B_r = 1230 \text{ mT}$, dann ergibt sich bei einer Luftspaltbreite von $x = 5 \text{ mm}$ die Feldstärke nach obiger Gleichung zu $B = 826 \text{ mT}$.

3. Bedienung

- Der Magnet kann in 4 Positionen verwendet werden:
 - stehend, wie in Fig. 1
 - auf einer Seite liegend
 - auf dem Kopf stehend
 - auf der verlängerten Seite stehend (für Versuche im vertikalen Magnetfeld)

- Durch die Verwendung der mitgelieferten Polschuhe kann die Ausdehnung des Magnetfeldes vergrößert werden. Beim Aufsetzen und Abnehmen der Polschuhe ist sehr vorsichtig vorzugehen, um Quetschungen zu vermeiden.
- Die Messung der Luftspaltbreite sollte mit einem Kunststofflineal oder einem Messschieber aus Kunststoff erfolgen, um eine unerwünschte Magnetisierung der Messwerkzeuge zu vermeiden. Wenn die Luftspaltbreite bei einer bestimmten Position der Handräder bestimmt wurde, kann für die folgenden Versuche die Luftspaltbreite auch über die Anzahl der Umdrehungen an den Handrädern bestimmt werden, da 1 Umdrehung einer Abstandsverstellung von 2,5 mm entspricht.

4. Wartung und Aufbewahrung

- Die Eisenteile können bei Bedarf mit einem ölgetränkten Lappen abgewischt werden. Lösungsmittel wie z. B. Aceton oder Waschbenzin können zur Reinigung verwendet werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass nicht versehentlich die selbstklebende Folie auf der Unterseite abgelöst wird. Nach der Reinigung mit Lösungsmitteln sollten die Eisenteile mit einem dünnen, korrosionsschützenden Ölfilm versehen werden. Die Aufbewahrung sollte an einem trockenen Ort erfolgen.
- An den Magneten anhaftende Eisenspäne können mit Hilfe von Klebeband entfernt werden.

¹ IBS-Magnet, Firmenprospekt, www.ibsmagnet.de

U10370 Magnet with variable pole gap

Instruction Sheet

9/04 MH

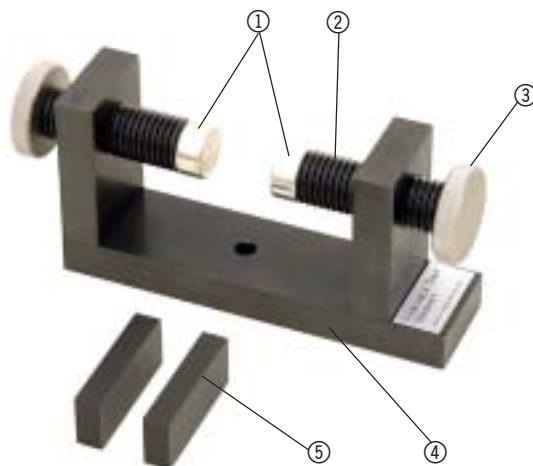


Fig. 1: Scope of delivery

- ① Neodymium magnets, each 20 mm in diameter and 10 mm in length
- ② Threaded bolt made of black finished iron
- ③ Hand wheel made of stainless steel
- ④ Base apparatus made of black finished iron
- ⑤ Pole pieces made of black finished iron



1. Safety instructions

- Magnets demonstrate considerable forces of attraction and repulsion, through which they harbor injury hazards through squashing or sharp metal slivers attaching to the magnet. For that reason magnets may not be removed from the threaded bolts or subjected to mechanical modification.
- Certain magnetic materials are toxic and/or slightly soluble and thus not completely safe. Performance degradation, material damage and decay can result from, for example, corrosion (keep in dry storage), chemical effects, opposing magnetic fields, high temperatures etc. Allergic reactions may be triggered by direct contact with magnetic material (e.g. against zinc and nickel).
- Permanent magnets may not be exposed to radioactive radiation.
- When permanent magnets are in motion or when current-carrying materials are moved through the magnetic field this can lead to the formation of eddy currents and thus to considerable heat build up in the material – risk of burns.
- Bear in mind that magnetic fields can delete data stored on data media and can adversely affect or destroy electronic as well as mechanical compo-

nents, e.g. **cardiac pacemakers**. It is imperative that required safety distances be strictly adhered to.

- A dangerous cargo certificate is needed for air freight transportation.
- In spite of all these instructions the author is unaware of any negative influences for humans stemming from the magnetic fields of permanent magnets.

2. Description, technical data

- The magnet with variable pole distance can be used together with the electromagnetic experiment apparatus U10371 for experiments on diamagnetism and paramagnetism to determine the force being exerted on current carrying conductors as well as in the demonstration of eddy currents.
- Together with the Lorentz motor armature U10372 a motor can be assembled without needing an iron core in the motor winding and which rotates only on the basis of the Lorentz force. Here the rotation direction – unlike standard DC motors with two-pole armatures – is dependent on the current direction.
- To fasten down the magnets within experiment set-

ups there is a bore hole with 8 mm diameter in the lower carrier plate and an M5 threaded hole arranged perpendicular to this. As such it is possible to either attach the magnets on a stand rod with 8 mm diameter or lock it in place with an M5 knurled screw or to screw it directly onto, e.g. the electromagnetic experiment apparatus using a knurled screw M8.

- The air gap between the Neodymium magnets is adjustable from 2 mm up to 80 mm. The field intensity B which settles in along the imaginary center axis between the two magnets can be calculated as a function of the air gap width x as follows¹:

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L + x}{\sqrt{D^2 + (2L + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- Here L stands for the total length of the magnets ($2 \times 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) and D for the diameter (20 mm). Basically the magnetic remanence B_r can only be determined via measurement because the manufacturing tolerances can be significant. The value for the magnets used here should be around 1000 - 1300 mT. Assuming that the remanence amounts to $B_r = 1230 \text{ mT}$, then according to the Equation above for an air gap width of $x = 5 \text{ mm}$ we obtain a field intensity of $B = 826 \text{ mT}$.

3. How to operate it

- The magnet can be used in 4 positions:
 - standing upright, as in Fig. 1

- lying on one side
- standing on its head
- standing on its longer side (for experiments in the vertical magnetic field)

- By using the pole pieces included with the delivery the dimension of the magnetic field can be increased. When attaching or removing the pole pieces proceed very carefully to avoid crimping or squashing your fingers.
- The measurement of the air gap width should be carried out using a plastic ruler or a vernier caliper made of plastic, in order to avoid any undesired magnetisation of the measuring instrument. If the air gap width was determined for a certain position of the hand wheels, then the air gap width can continue to be determined on the basis of the number of turns made on the hand wheels for the rest of experiments since one full turn corresponds to a distance of 2.5 mm.

4. Maintenance and storage

- If necessary, the iron components can be wiped clean using an oily rag. Solvents like acetone or petroleum ether can be used to clean the equipment. However, here you must make sure that the adhesive foil on the underside does not come off by accident. After cleaning with solvents the iron components should be prepared with a thin layer of anti-corrosion oil. This device should be stored in a dry location.
- Any iron shavings adhering to the magnets can be removed with adhesive tape.

¹ IBS-Magnet, company brochure, www.ibsmagnet.de

U10370 Aimant à écart de pôles variable

Instructions d'utilisation

9/04 MH

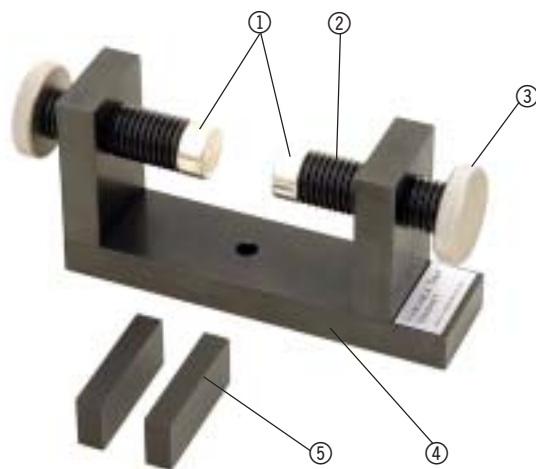


Fig. 1 : Eléments fournis

2 aimants Neodym, 20 mm de diamètre et 10 mm de long
 2 vis filetés en fer noir bruni
 2 écrous à main en acier inox
 2 disques de base en fer noir bruni
 2 rainures polaires en fer noir bruni



1. Consignes de sécurité

- Faisant preuve d'importantes forces d'attraction et de répulsion, les aimants ne sont pas exempts de risques de blessures par contusion et de formation d'éclats. Aussi est-il interdit de retirer les aimants des barres filetés ou de les traiter mécaniquement.
- Certains matériaux des aimants sont toxiques et / ou facilement solubles et ne sont donc pas inoffensifs. La corrosion (ranger les aimants à un endroit sec), les influences chimiques, les champs inverses, des températures élevées, etc., peuvent entraîner une perte de puissance, voire détruire et dissoudre le matériel. Un contact direct avec le matériau des aimants peut déclencher des réactions allergiques (par ex. contre le zinc et le nickel).
- Les aimants permanents n'ont pas le droit d'être exposés à des rayonnements radioactifs.
- Des aimants permanents en mouvement et le mouvement de matériaux conducteurs à travers le champ magnétique peuvent entraîner la formation d'un courant parasite et ainsi réchauffer sensiblement le matériel – Risque de brûlure.
- Noter que des champs magnétiques peuvent effacer des supports de données de même qu'influen-

cer, voir détruire des composants électroniques et mécaniques, par ex. des **stimulateurs cardiaques**. Respecter impérativement les distances de sécurité requises.

- Un envoi par fret aérien nécessite une déclaration de produit dangereux.
- Malgré toutes ces consignes, l'auteur ne connaît pas de cas où des champs magnétiques émanant d'aimants permanents auraient une influence négative sur l'homme.

2. Description, caractéristiques techniques

- L'aimant à écart variable des pôles peut être utilisé avec l'expérimenteur électromagnétique U10371 pour réaliser des expériences sur le diamagnétisme et le paramagnétisme, déterminer la force exercée sur des conducteurs sous tension et démontrer des courants parasites.
- Avec l'induit de moteur Lorentz U10372, on peut réaliser un moteur pouvant se passer de noyau en fer dans l'enroulement et tournant uniquement grâce à la force de Lorentz. Contrairement aux moteurs à courant continu normaux à induit bipo-

laire, le sens de rotation dépend du sens du courant.

- Pour fixer l'aimant, la plaque porteuse inférieure présente un trou de 8 mm de diamètre et un alésage fileté M5 vertical correspondant. Ainsi est-il possible soit d'enfiler l'aimant sur une barre de support de 8 mm de diamètre et de le fixer avec une vis (moletée) M5, soit de le visser directement avec une vis (moletée) M8, par ex. sur l'expérimenteur électromagnétique.
- La fente d'air entre les aimants Neodym peut être réglée entre 2 et 80 mm. L'intensité de champ B apparaissant au milieu de l'axe de liaison imaginaire entre les aimants peut être calculée comme suit en fonction de la largeur de la fente d'air x ¹ :

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L+x}{\sqrt{D^2 + (2L+x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- L représente la longueur totale des aimants (2 x 10 mm = 20 mm) et D le diamètre (20 mm). La rémanence magnétique B_r doit toujours être déterminée par une mesure, car les tolérances de fabrication ne sont pas négligeables. Pour les aimants utilisés dans notre expérience, cette valeur doit s'élever environ à 1 000 - 1 300 mT. Supposons que la rémanence est $B_r = 1\,230$ mT. Avec une largeur de fente de $x = 5$ mm, l'équation ci-dessus fournit une intensité du champ $B = 826$ mT.

3. Manipulation

- L'aimant peut être utilisé dans 4 positions :
 - debout (fig. 1)
 - couché sur un côté
 - debout sur la tête
 - debout sur le côté allongé (pour les expériences dans le champ magnétique vertical)
- Les épanouissements polaires fournis permettent d'agrandir l'extension du champ magnétique. Pour éviter des écrasements, placer et retirer les épanouissements avec beaucoup de prudence.
- Mesurer la largeur de la fente d'air avec une règle en plastique ou un pied à coulisse en plastique, pour éviter ainsi une magnétisation indésirée des outils de mesure. La largeur de fente ayant été déterminée pour une position particulière des roues à main, on peut définir la fente pour les expériences suivantes via le nombre de tours des roues, car 1 tour correspond à un écart de 2,5 mm.

4. Entretien et rangement

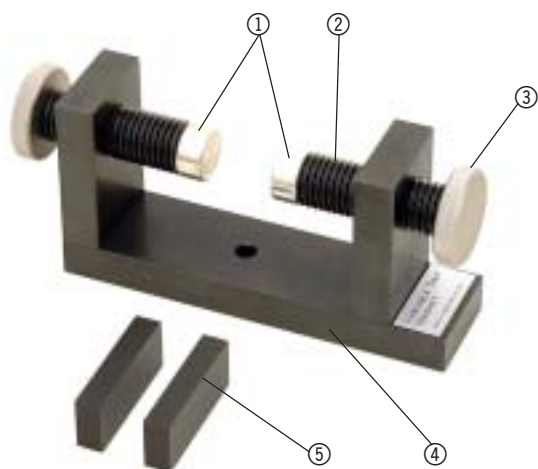
- Au besoin, les pièces en fer peuvent être essuyées avec un chiffon imbibé d'huile. Des solvants, comme par ex. l'acétone ou la ligroïne, peuvent être utilisés pour le nettoyage. Veiller toutefois à ce que le film autoadhésif au bas du dispositif ne soit pas détaché par mégarde. Après le nettoyage avec des solvants, recouvrir les pièces en fer d'un mince film d'huile anticorrosif. Ranger le dispositif à un endroit sec.
- Enlever les copeaux de fer des aimants à l'aide d'un ruban adhésif.

¹ Aimant IBS, prospectus d'entreprise, www.ibsmagnet.de

U10370 Magnete con distanza tra i poli variabile

Istruzioni per l'uso

9/04 MH



- ① Magneti al neodimio, ciascuno di 20 mm di diametro e 10 mm di lunghezza
- ② Asta filettata in ferro nero brunito
- ③ Volantino in acciaio legato
- ④ Apparecchio di base in ferro nero brunito
- ⑤ Polschuhe aus schwarz brüniertem Eisen

Fig. 1: Fornitura



1. Avvertenze per la sicurezza

- I magneti possiedono notevoli forze di repulsione e di attrazione, racchiudendo in tal modo il pericolo di lesioni causate da schiacciamento e formazione di schegge. Pertanto i magneti non devono essere rimossi dalle aste filettate o lavorati meccanicamente.
- Determinati materiali dei magneti sono tossici e/o leggermente solubili pertanto non sicuri. Si possono verificare una riduzione della potenza, la distruzione e la dissoluzione del materiale ad es. in seguito a corrosione (immagazzinamento a secco), influssi chimici, campi contrari, temperature elevate, ecc. In caso di contatto diretto con i materiali del magnete possono manifestarsi reazioni allergiche (ad es. verso lo zinco e il nickel).
- I magneti permanenti non devono essere esposti a irraggiamenti radioattivi.
- In caso di magneti permanenti spostati o in caso di spostamento di materiali conduttivi dovuti al campo magnetico si può determinare la formazione delle correnti di Foucault e di conseguenza il ri-

scaldamento eccessivo del materiale: pericolo di ustioni!

- Fare attenzione: i campi magnetici cancellano i supporti dati e possono influenzare e/o distruggere i componenti elettronici e meccanici, ad es. **pacemaker**. Le distanze di sicurezza necessarie devono essere assolutamente rispettate.
- Per le spedizioni per via aerea è necessaria una dichiarazione di merci pericolose.
- Nonostante tutte queste avvertenze, all'autore non sono noti influssi negativi esercitati dai campi magnetici sulle persone, derivanti dai magneti permanenti.

2. Descrizione, dati tecnici

- Il magnete con distanza tra i poli variabile può essere impiegato unitamente all'apparecchio per esperimenti elettromagnetici U10371 per prove relative al diamagnetismo e/o al paramagnetismo, per la determinazione della forza sui conduttori percorsi da corrente così come per la dimostrazione delle correnti di Foucault.

- Unitamente all'indotto di motore di Lorentz U10372 può essere montato un motore, che funziona senza anima in ferro nel relativo avvolgimento e che gira solo grazie alla forza di Lorentz. Pertanto il senso di rotazione, diversamente da ciò che avviene con i comuni motori a corrente continua con indotto a due poli, dipende dalla direzione della corrente.
- Per fissare il magnete nelle strutture degli esperimenti, nella piastra di supporto inferiore sono presenti un foro di 8 mm di diametro e un foro filettato verticale M5. In tal modo è possibile sia inserire il magnete su un'asta di supporto di 8 mm di diametro e bloccarlo con una vite (a testa zigrinata) M5 oppure avvitarlo direttamente con una vite (a testa zigrinata) M8, ad es. sull'apparecchio per esperimenti elettromagnetici.
- Il traferro presente tra i magneti al neodimio è regolabile a partire da 2 mm fino a 80 mm. L'intensità di campo B regolabile al centro dell'asse di giunzione ipotizzato tra i magneti B può essere calcolata in base alla larghezza del traferro x , come indicato di seguito¹:

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L + x}{\sqrt{D^2 + (2L + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- dove L è la lunghezza complessiva dei magneti ($2 \times 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) e D il diametro (20 mm). La rimanenza magnetica B_r deve essere determinata in linea di massima mediante una misurazione, poiché le tolleranze che dipendono dalla produzione sono notevoli. Il valore dovrebbe essere compreso, per i magneti qui utilizzati, tra circa 1000 e 1300 mT. Supponendo che la rimanenza sia pari a $B_r = 1230 \text{ mT}$, allora con una larghezza del traferro di $x = 5 \text{ mm}$ l'intensità del campo è $B = 826 \text{ mT}$, in base all'equazione summenzionata.

3. Uso

- Il magnete può essere utilizzato in 4 posizioni:
 - verticalmente, come in fig. 1
 - appoggiato su un lato
 - capovolto
 - appoggiato sul lato allungato (per esperimenti nel campo magnetico verticale)
- Con l'impiego delle espansioni polari fornite l'estensione del campo magnetico può essere ampliata. Durante il montaggio e lo smontaggio delle espansioni polari procedere con estrema cautela, per evitare schiacciamenti.
- La misurazione della larghezza del traferro dovrebbe essere eseguita con una riga in plastica o un calibro a corsoio in plastica, per evitare una magnetizzazione non desiderata degli utensili di misura. Se la larghezza del traferro è stata determinata con una precisa posizione dei volantini, per gli esperimenti che seguono essa può essere determinata anche mediante il numero dei giri dei volantini, poiché 1 giro corrisponde a uno spostamento a regolazione della distanza di 2,5 mm.

4. Manutenzione e conservazione

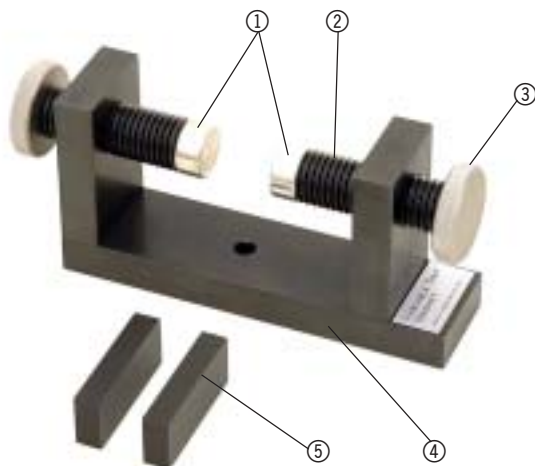
- Se necessario, le parti in ferro possono essere pulite con un panno imbevuto di olio. Solventi, quali ad es. acetone o benzina solvente, possono essere utilizzati per la pulizia. Fare comunque attenzione che la pellicola autoadesiva presente sul lato inferiore non si stacchi accidentalmente. Dopo la pulizia con solventi, le parti in ferro dovrebbero essere cosparse di un sottile strato di olio anticorrosione. Conservare possibilmente in un luogo asciutto.
- I trucioli di ferro che aderiscono ai magneti possono essere rimossi con l'ausilio di nastro adesivo.

¹ IBS-Magnet, Opuscolo aziendale, www.ibsmagnet.de

U10370 Imanes con distancia variable entre polos

Instrucciones de uso

9/04 MH



- ① Imanes de neodimio, 20 mm de diámetro y 10 mm de largo cada uno
- ② Barra rosacada de hierro negro bruñido
- ③ Volante de acero fino
- ④ Equipo básico de hierro negro bruñido
- ⑤ Zapatas polares de hierro negro bruñido

Fig. 1: Volumen de suministro



1. Aviso de seguridad

- Los imanes presentan fuerzas de atracción y repulsión considerables, detrás de lo cual se esconde el peligro de heridas por aplastamiento y formación de astillas. Por esta razón, no se deben retirar los imanes de las barras roscaadas ni se deben realizar trabajos mecánicos en ellos.
- Determinados materiales magnéticos son tóxicos y/o fácilmente solubles, por lo cual no resultan inofensivos. Se puede presentar una disminución del rendimiento, o destrucción y disolución del material por efectos de corrosión (almacenar en seco), influencias químicas, campos magnéticos opuestos, altas temperaturas, etc. Se pueden presentar reacciones alérgicas debidas al contacto directo con materiales magnéticos (p. ej. con zinc y níquel).
- Los imanes permanentes no se deben exponer a radiaciones radioactivas.
- Durante el movimiento de los imanes permanentes, o de materiales conductores, se pueden producir corrientes parásitas, lo cual provocaría un considerable calentamiento del material (peligro de quemaduras).

- Se debe tener en cuenta que los campos magnéticos borran el contenido de las unidades portadoras de datos e influyen o destruyen componentes electrónicos o mecánicos, como podría ocurrir con un **marcapasos**. Se deben observar estrictamente las distancias de seguridad necesarias.
- Para envíos por vía aérea se necesita una declaración en la que se informe acerca del peligro del material.
- No obstante todas estas notas, el autor de estas instrucciones desconoce la existencia de influencias negativas sobre los seres humanos, que pudieran provenir de imanes permanentes.

2. Descripción, datos técnicos

- El imán con distancia variable entre polos se puede emplear en conjunción con el equipo experimental electromagnético U10371, para experimentos de diamagnetismo y paramagnetismo, para determinación de la fuerza en conductores por los que fluye una corriente, así como para demostración de corrientes parásitas.

- En conjunción con el rotor de motor de Lorentz U10371, se puede montar un motor que no requiere un núcleo de hierro en el devanado, y que gira únicamente gracias a la fuerza de Lorentz. En este caso – contrariamente a lo que sucede en los motores normales de corriente continua, con rotor bipolar –, el sentido de giro depende del sentido de la corriente.
- Para la fijación del imán, en los montajes experimentales, se ha dotado la placa soporte con una perforación de 8 mm de diámetro además de un agujero vertical para rosca M5. De esta manera, es posible insertar los imanes por medio de una barra soporte de 8 mm de diámetro, y ajustarlos con un tornillo (moleteado) M5, o atornillarlos directamente por medio de un tornillo (moleteado) M8, por ejemplo, al equipo experimental electromagnético.
- El espacio entre los imanes de neodimio se puede ajustar desde los 2 mm hasta los 80 mm. La intensidad de campo B , ajustada en el centro de los ejes de unión, se puede calcular en función de la distancia entre imanes x de la siguiente manera¹:

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L + x}{\sqrt{D^2 + (2L + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- En la ecuación anterior, L es la longitud total de los imanes ($2 \times 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) y D el diámetro (20 mm). La remanencia magnética B_r se debe determinar, fundamentalmente, por medio de una medición, puesto que las tolerancias inherentes a la fabricación son muy elevadas. El valor, para los imanes aquí empleados debería ser aproximadamente de 1.000 a 1.300 mT. Si se acepta que la remanencia es de $B_r = 1.230 \text{ mT}$, entonces, de acuerdo con la ecuación anterior, para una distancia de $x = 5 \text{ mm}$, se obtiene una intensidad de campo de $B = 826 \text{ mT}$.

3. Servicio

- El imán se puede utilizar en 4 posiciones:
 - de pie, como en la Fig. 1
 - de lado
 - de cabeza
 - apoyado sobre el lado prolongado (para experimentos sobre campo magnético vertical)
- Se puede aumentar la expansión del campo magnético empleando las zapatas polares incluidas en el suministro. Para colocar y retirar las zapatas polares, se debe obrar con sumo cuidado con el fin de evitar aplastamientos.
- La medición de la distancia entre imanes se debe realizar con una regla de plástico o con un pie de rey de plástico, evitando, de esta manera, una magnetización no deseada de la herramienta de medición. Si la distancia entre imanes se determinó con una posición prestablecida del volante, para los experimentos siguientes, dicha distancia se puede precisar por medio de la cantidad de giros del volante, puesto que un giro completo corresponde a un desplazamiento de 2,5 mm.

4. Mantenimiento y almacenamiento

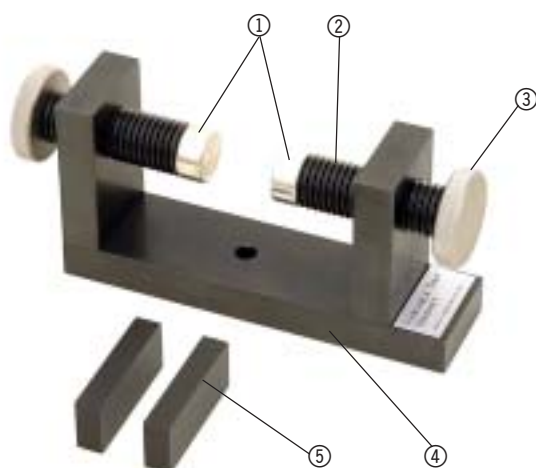
- Las piezas de hierro, de ser necesario, se pueden limpiar con un paño humedecido en aceite. Con fines de limpieza, se pueden emplear soluciones tales como acetona o gasolina de lavado. En este caso, no obstante, se debe observar que no se desprenda de manera no deseada la lámina autoadhesiva que se encuentra en la parte inferior. Después de la limpieza con alguna solución, las piezas de hierro se deben recubrir con una fina película de aceite anticorrosivo. El almacenamiento se debe realizar en un lugar seco.
- Las virutas de hierro que se pegan a los imanes se pueden desprender con una cinta adhesiva.

¹ Prospecto de IBS-Magnet, www.ibsmagnet.de

U10370 Ímã com distância entre pólos ajustável

Manual de instruções

9/04 MH



- ① Ímãs de neodímio, 20 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento cada
- ② Rosca de ferro brunido preto
- ③ Disco de ajuste de aço fino
- ④ Aparelho básico de ferro brunido preto
- ⑤ Sapatas polares de ferro brunido preto

Fig. 1: fornecimento



1. Indicações de segurança

- Os ímãs possuem uma força de atração e repulsão considerável, pelo que são potencialmente perigosos por poder provocar ferimentos por esmagamento ou por formação de estilhaços. Por isto, os ímãs não devem ser retirados das roscas ou trabalhados mecanicamente.
- Certos materiais constituintes dos ímãs são tóxicos e/ou de fácil diluição e portanto não são inofensivos. Diminuição do desempenho, desagregação do material, podem ser originados, por exemplo, por corrosão (armazenar num local seco), influências químicas, campos contrários, altas temperaturas, etc. O contato direto com os materiais constituintes dos ímãs pode ocasionar reações alérgica (por ex. contra níquel e zinco).
- Os ímãs não devem ser expostos à radioatividade.
- No caso dos ímãs permanentes em movimento ou do movimento de materiais condutores através do campo magnético, pode haver formação de redemoinhos e assim um forte aumento da temperatura, perigo de queimadura.
- Deve-se levar em conta que campos magnéticos apagam suportes digitais e influenciam elementos eletrônicos e mecânicos, como por exemplo, **marca-passos**, podendo chegar a destruí-los. As distân-

cias de segurança exigidas devem ser mantidas em qualquer caso.

- Para envio aéreo, é necessária uma declaração de material perigoso.
- Apesar de todas essas indicações, não chegou ao conhecimento do autor qualquer registro de influências negativas para pessoas partindo de ímãs permanentes.

2. Descrição, dados técnicos

- O ímã com distância variável entre os pólos pode ser utilizado em conjunto com o aparelho de experimentação eletromagnética U10371 em experiências com o diamagnetismo ou paramagnetismo, para determinar a força em condutores eletrificados assim como para a demonstração de redemoinhos.
- Em conjunção com a fixação de motor de Lorentz U10372 pode ser montado um motor que não necessita de núcleo de ferro no seu desenvolvimento e que gira movido pela força de Lorentz. Sendo que a direção da rotação (de modo diverso dos motores de corrente contínua comuns, com fixação de dois pólos) é dependente da direção da corrente.

- Para fixação dos ímãs em montagens de experiências encontra-se uma perfuração de 8 mm de diâmetro assim como uma rosca para parafuso M5. Assim é possível prender os ímãs numa barra de apoio de 8 mm de diâmetro e fixa-los com um parafuso M5 ou também pode-se aparafusá-los diretamente com um parafuso M8, por exemplo, no aparelho de experimentação eletromagnética.
- O espaço livre entre os ímãs de neodímio é ajustável de 2 mm a 80 mm. A força de campo B que se desenvolve no meio, sobre o eixo virtual de conexão entre os ímãs, pode ser calculada em relação à abertura do espaço livre x como a seguir¹:

$$B(x) = B_r \left(\frac{2L + x}{\sqrt{D^2 + (2L + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \right)$$

- Isto sendo que L é o comprimento total dos ímãs ($2 \times 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$) e D o diâmetro (20 mm). A remanência magnética B_r deve sempre ser determinada por uma medição, já que as tolerâncias resultantes do modo de fabricação são consideráveis. O valor deve ser de aproximadamente 1000 a 1300 mT para os ímãs aqui utilizados. Supondo que a remanência mede $B_r = 1230 \text{ mT}$, resulta então, para uma abertura do espaço livre de $x = 5 \text{ mm}$, conforme a equação acima uma força de campo para $B = 826 \text{ mT}$.

3. Utilização

- O ímã pode ser utilizado em 4 posições diferentes:
 - de pé, como na ilustr. 1

- reclinado sobre o lado
- de ponta-cabeça
- de pé sobre o lado alongado (para experiências com campo magnético vertical)

- Através da utilização das sapatas polares incluídas no fornecimento, pode-se ampliar a extensão do campo magnético. Ao colocar e retirar as sapatas polares deve-se proceder de modo muito cuidadoso para evitar esmagamentos.
- A medição do espaço livre deve ser efetuada com uma régua ou um calibrador de matéria plástica, para evitar uma magnetização indesejada dos instrumentos de medição. Quando a abertura do espaço livre tiver sido determinada com uma certa posição dos discos de ajuste, a abertura do espaço livre pode então, nas experiências seguintes, também ser determinada pelo número de voltas dadas ao disco, já que 1 volta corresponde a uma variação da distância de 2,5 mm.

4. Manutenção e armazenamento

- As partes de ferro podem, caso necessário, ser lavadas com um pano embebido de óleo. Solventes, tais como acetona ou benzina caseira por exemplo, podem ser utilizados para a limpeza. Ao fazê-lo, deve-se prestar atenção para não descolar o filme auto-adesivo na parte de baixo. Após a limpeza com solventes, as partes de ferro devem ser cobertas de um fino filme de óleo protetor contra a corrosão. O armazenamento deve ocorrer num local seco.
- As limalhas de ferro que fiquem aderidas aos ímãs podem ser retiradas com a ajuda de uma fita adesiva.

¹ Ímã IBS, folheto da empresa, www.ibsmagnet.de