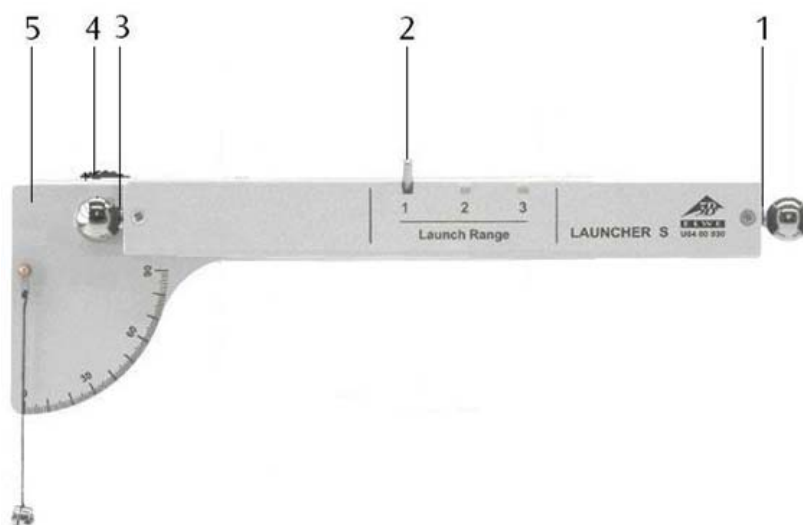


## Wurfgerät S U8400930

### Bedienungsanleitung

04/09 THL/ALF



- 1 Hintere Magnetaufnahme mit Kugel
- 2 Auslösestift
- 3 Vordere Magnetaufnahme mit Kugel
- 4 Feststellschraube
- 5 Winkelskala mit Lot

#### 1. Sicherheitshinweise

Die Beschleunigung der Kugel ist gering, so dass Verletzungen für den Menschen auszuschließen sind. Dennoch darf das schussbereite Wurfgerät nicht auf Personen gerichtet werden.

Der Wurfbereich der Kugel muss stets gut überschaubar sein.

Zerbrechliche Gegenstände dürfen sich nicht im Wurfbereich des Gerätes befinden.

- Vor dem Wurfgerät mindestens 4 m frei halten.
- Zerbrechliche Gegenstände vor dem Wurfgerät entfernen.

Der Auslösestift schnellt nach dem Auslösen nach vorn.

- Wurfgerät nur hinter dem Auslösestift anfassen

#### 2. Beschreibung

Das Wurfgerät S dient zur Untersuchung des senkrechten, schrägen und waagerechtenwurfes sowie zur Demonstration der unabhängigen Überlagerung von horizontaler und vertikaler Bewegung.

Drei verschiedene Abwurfgeschwindigkeiten können durch Einrasten des Auslösestifts in die entsprechende Kerbe gewählt werden. Der Abschusswinkel ist stufenlos einstellbar und an der Winkelskala über einen Faden mit Lot ablesbar.

Die Kugel ist bis zum Abschuss magnetisch am Abschusspunkt fixiert. Durch die Winkeleinstellung bleibt die Abschussposition unverändert, da sich der Drehpunkt auf der horizontalen Kugelachse befindet. Eine Winkeländerung hat demnach keinen Einfluss auf die Abwurfhöhe. Beim waagerechten Abschuss einer Kugel kann zeitgleich an der Rückseite des Schussbolzens eine zweite Kugel im freien Fall ausgelöst werden, die auch zeitgleich mit der abgeschossenen Kugel aufschlägt.

### 3. Lieferumfang

1 Wurfgerät S  
3 Stahlkugeln

### 4. Technische Daten

Abwurfwinkel:  $0^\circ - 90^\circ$   
Maximale Wurfweite: 4 m  
Wurfkörper: Stahlkugel, 16 mm  $\varnothing$   
Kugelmasse: 16,7 g  
Abmessungen: ca. 280x90x90 mm<sup>3</sup>  
Gesamtmasse: ca. 950 g

### 5. Zusätzlich erforderliche Geräte

2 Stativstangen, 470 mm	U15002
2 Tischklemmen oder 2 Stativfüße	U13260  U8611150

### 6. Bedienung

#### 6.1 Allgemeine Hinweise

- Wurfgerät mit Hilfe des Stativmaterials fest an einer Arbeitsplatte montieren oder auf einer ebenen Unterlage aufbauen.
- Zum Einstellen des Abschusswinkels die Feststellschraube etwas lockern, Winkel einstellen und Feststellschraube wieder anziehen.
- Abschussfeder mit dem Auslösestift spannen und je nach gewünschter Abschussgeschwindigkeit in Kerbe 1, 2 oder 3 einrasten lassen.
- Zum Auslösen der Kugel den Auslösestift mit dem Daumen durch seitliches Drücken nach oben schieben.



Fig. 1 Auslösen der Abschussvorrichtung

#### 6.2 Schräger, senkrechter und waagerechter Wurf

- Kugel an der vorderen Magnetaufnahme aufsetzen und gewünschten Abschusswinkel einstellen.
- Kugel auslösen.



Fig. 2 Experimenteller Aufbau schräger Wurf

#### 6.3 Bestimmung der Abwurfgeschwindigkeit

Die Abwurfgeschwindigkeit kann über die Wurfweite und Abwurfhöhe bei waagerechter Abschussposition ermittelt werden. Die Geschwindigkeitsänderung während deswurfes ist vernachlässigbar.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = Abwurfgeschwindigkeit

$s$  = Wurfweite

$h$  = Abwurfhöhe

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

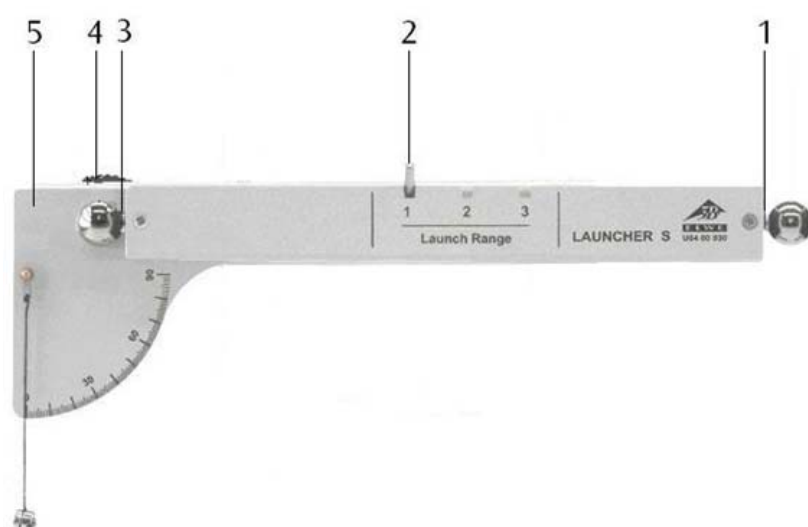
#### 6.4 Vergleich zwischen Freiem Fall und waagerechtem Wurf

- Kugeln sowohl an der vorderen als auch an der hinteren Magnetaufnahme aufsetzen und Abschusswinkel auf  $0^\circ$  einstellen.
- Kugeln auslösen.
- Auf das Aufschlageräusch beider Kugeln achten.
- Die akustische Trennung der beiden Ereignisse ist bei guter horizontaler Ausrichtung des Wurfgerätes kaum noch möglich (gleiche Fallzeiten).

## Launcher S U8400930

### Instruction sheet

04/09 THL/ALF



- 1 Rear magnetic holder with ball
- 2 Release trigger
- 3 Front magnetic holder with ball
- 4 Locking screw
- 5 Angle scale with plumbline

### 1. Safety instructions

The acceleration of the ball is quite small, and therefore there is no risk of injuries. However, the launcher must not be directed towards people when it is loaded.

The target area of the ball must always be uncluttered and clearly visible.

There must be no breakable articles in the target area of the launcher.

- Ensure that there is a clear distance of at least 4 m in front of the launcher.
- Remove all breakable articles from the area in front of the launcher.

When it is released, the trigger flies forward rapidly.

- Only hold the part of the launcher behind the release trigger.

### 2. Description

The launcher S is used for investigating vertical, oblique and horizontal throwing trajectories, and for demonstrating the independent superposition of horizontal and vertical components of motion.

A choice can be made between three different launching accelerations by engaging the release trigger in the corresponding notch. The angle of elevation of the launch is continuously adjustable and can be read on the angle scale by means of a plumb-line.

Until the launch, the ball is held magnetically at the launch position. When the angle is adjusted the launch position remains unchanged, as the fulcrum is on the horizontal axis of the ball. Thus, changing the angle has no effect on the height from which launching occurs. In the case of horizontal launching of a ball, a second ball can be released simultaneously from the rear end of the launcher beam in free fall, and this lands on the table at the same time as the launched ball.

### 3. Equipment supplied

- 1 Launcher S
- 3 Steel balls

### 4. Technical data

Launch angle:	0° – 90°
Maximum range:	4 m
Projectile:	steel ball, 16 mm dia.
Mass of ball:	16.7 g
Approx. dimensions:	280x90x90 mm <sup>3</sup>
Total weight:	approx. 950 g

### 5. Apparatus also required

2 Stainless steel rods, 470 mm	U15002
2 Table clamps	U13260
or	
2 Stand bases, A-shaped	U8611150

### 6. Operation

#### 6.1 General instructions

- Using the clamps or stand bases, set up the launcher securely on a level surface.
- Set the required launch angle by loosening the locking screw slightly, adjusting the angle, and re-tightening the screw.
- Stretch the launching spring by sliding the release trigger and engaging it in notch 1, 2 or 3 according to the desired launching acceleration.
- To release the ball, push the release trigger upward by pressing on the side of it with your thumb.



Fig. 1 Releasing the launch mechanism

#### 6.2 Oblique, vertical and horizontal launching

- Place the ball on the front magnetic holder and set the required launch angle.
- Release the ball.



Fig. 2 Experiment set-up for oblique launching

#### 6.3 Determining the launch velocity

If the launcher is set in the horizontal launching position, the launch velocity can be calculated from the height of the launcher and the range. The change of the horizontal velocity during the flight can be neglected.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = launch velocity

$s$  = range (distance reached on table)

$h$  = height of launcher

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

#### 6.4 Comparison between free fall and horizontal throw

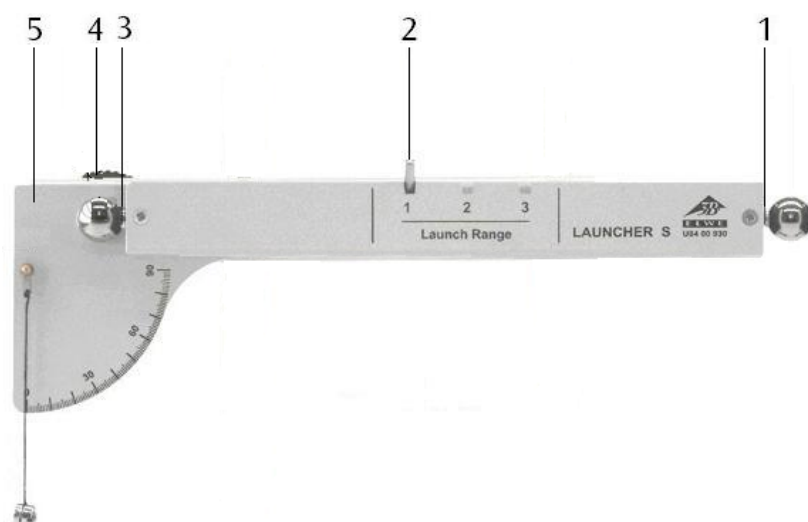
- Place balls on both the front and the rear magnetic holders, and set the launch angle to 0°.
- Release both balls simultaneously.
- Listen for the sound of the impact of the two balls.

If the horizontal setting of the launcher is precise, it is hardly possible to detect a difference between the two impacts (i.e., the time of fall is the same for both).

## Lanceur balistique S U8400930

### Instructions d'utilisation

04/09 THL/ALF



- 1 Logement aimanté arrière avec bille
- 2 Mécanisme déclencheur
- 3 Logement aimanté avant avec bille
- 4 Vis de fixation
- 5 Échelle angulaire graduée avec fil à plomb

#### 1. Consignes de sécurité

L'accélération de la bille est tellement faible qu'il n'existe aucun risque de dommages corporels. Il faudra toutefois veiller à ne pas diriger le lanceur balistique prêt au lancement vers des personnes.

Il est indispensable que la zone de projection de la bille reste toujours bien contrôlable.

Des objets fragiles ne doivent pas se trouver dans la zone de projection de l'appareil.

- Veillez à respecter une distance libre d'au moins 4 mètres devant le lanceur balistique.
- Retirez les objets fragiles se trouvant devant le lanceur balistique.

Après son actionnement, le mécanisme déclencheur bondit vers l'avant.

- Ne touchez donc le lanceur balistique que derrière le mécanisme déclencheur.

#### 2. Description

Le lanceur balistique S sert à étudier la projection verticale, oblique et horizontale ainsi qu'à faire une démonstration de la superposition indépendante des mouvements horizontaux et verticaux.

Il est possible de sélectionner trois vitesses de projection différentes en engageant le mécanisme déclencheur dans l'encoche correspondante. L'angle de lancement est réglable en continu et peut être relevé sur l'échelle angulaire graduée grâce à un fil à plomb.

Jusqu'à son lancement, la bille reste fixée magnétiquement au point de lancement. Grâce au réglage angulaire, la position de lancement ne subit aucun changement, l'angle de rotation se trouvant sur l'axe horizontal de la bille. Une modification angulaire n'a donc aucune influence sur la hauteur de lancement. Lors du lancement horizontal d'une bille, il est possible de déclencher simultanément (sur la face arrière du rivet pop) la chute libre d'une deuxième bille qui percutera simultanément la surface avec la bille lancée.

### 3. Étendue de la livraison

1 lanceur balistique S  
3 billes d'acier

### 4. Caractéristiques techniques

Angle de projection : Entre 0 et 90 degrés  
Portée de projection maximale : 4 m  
Projectile : Bille d'acier, diamètre de 16 mm  
Masse de la bille : 16,7 g  
Dimensionnements : d'environ 280 x 90 x 90 mm<sup>3</sup>  
Masse totale : d'environ 950 g

### 5. Appareils supplémentaires nécessaires

2 tiges de statif, 470 mm	U15002
2 étaux de fixation	U13260
ou	
2 pieds en forme de A	U8611150

### 6. Manipulation

#### 6.1 Remarques générales

- Montez le lanceur balistique à demeure sur un plan de travail en utilisant les tiges de statif ou montez-le sur une surface plane.
- Pour régler l'angle de lancement, desserrez légèrement la vis de fixation, réglez l'angle, puis resserrez cette vis.
- Serrez le ressort de lancement à l'aide du mécanisme déclencheur, puis en fonction de la vitesse de lancement souhaitée, engagez-le dans l'encoche 1, 2 ou 3.
- Pour déclencher le lancement de la bille, poussez le mécanisme déclencheur vers le haut en exerçant une pression latérale avec votre pouce.



Fig. 1 Déclenchement du mécanisme de lancement

#### 6.2 Projection oblique, verticale et horizontale

- Placez la bille sur le logement aimanté avant, puis réglez l'angle de lancement souhaité.
- Déclenchez le lancement de la bille.



Fig. 2 : Appareillage expérimental pour la projection oblique

#### 6.3 Détermination de la vitesse de projection

Pour une position verticale de lancement, il est possible de déterminer la vitesse de projection en faisant appel à la portée de projection et à la hauteur de lancement. La modification de vitesse au cours de la projection est négligeable.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = vitesse de projection

$s$  = portée de projection

$h$  = hauteur de lancement

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

#### 6.4 Comparaison entre la chute libre et la projection verticale

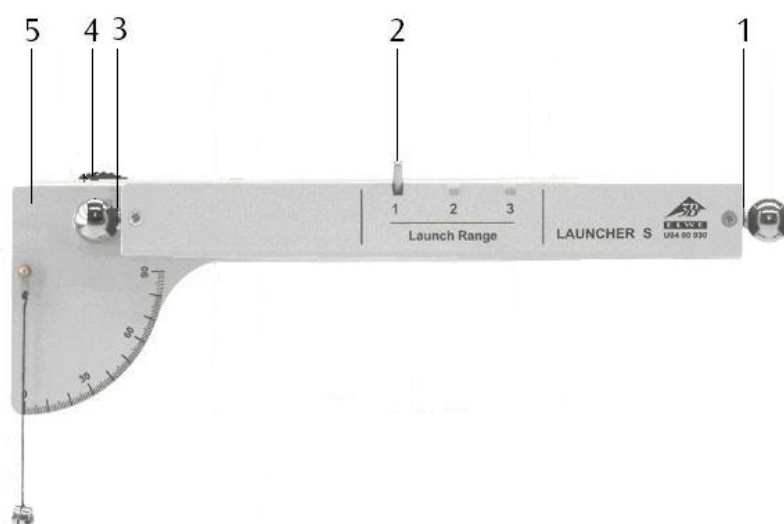
- Placez une bille sur le logement aimanté avant et l'autre sur le logement aimanté arrière, puis réglez l'angle de lancement à 0 degré.
- Déclenchez le lancement des billes.
- Faites attention au bruit d'impact des deux billes.

En présence d'un bon alignement horizontal du lanceur balistique, il devient alors presque impossible de distinguer acoustiquement les deux événements (mêmes temps de chute).

## Apparecchio di lancio S U8400930

### Istruzioni per l'uso

04/09 THL/ALF



- 1 Supporto magnetico posteriore con sfera
- 2 Perno di rilascio
- 3 Supporto magnetico anteriore con sfera
- 4 Vite di bloccaggio
- 5 Scala angolare con piombo

#### 1. Norme di sicurezza

L'accelerazione della sfera è ridotta, per cui si possono escludere lesioni per le persone. L'apparecchio di lancio, tuttavia, non deve essere diretto verso persone.

L'area di lancio della sfera deve sempre essere ben visibile.

Nell'area di lancio dell'apparecchio non devono esservi oggetti fragili.

- Tenere liberi almeno 4 m davanti all'apparecchio di lancio.
- Rimuovere eventuali oggetti fragili davanti all'apparecchio di lancio.

Dopo il rilascio, il perno di rilascio scatta in avanti.

- Afferrare l'apparecchio di lancio soltanto dietro al perno di rilascio.

#### 2. Descrizione

L'apparecchio di lancio S consente l'analisi del lancio verticale, obliquo e orizzontale e la dimostrazione della sovrapposizione indipendente di movimenti orizzontali e verticali.

Innestando il perno di rilascio nelle corrispondenti tacche si possono selezionare tre diverse velocità di lancio. L'angolo di lancio può essere impostato in modo continuo e letto sulla scala angolare tramite un filo con piombo.

La sfera è fissata in modo magnetico in corrispondenza del punto di lancio fino al lancio. Impostando l'angolo la posizione di lancio rimane invariata, poiché il punto di rotazione si trova sull'asse orizzontale della sfera. Una variazione dell'angolo non ha quindi nessuna influenza sull'altezza di lancio. Durante il lancio orizzontale di una sfera, dalla parte posteriore del perno di lancio è possibile lanciare contemporaneamente una seconda sfera in caduta libera, la quale sempre contemporaneamente si scontra con la sfera lanciata.

### 3. Fornitura

1 apparecchio di lancio S  
3 sfere d'acciaio

### 4. Dati tecnici

Angolo di lancio: 0° – 90°  
Gittata massima: 4 m  
Corpo di lancio: Sfera d'acciaio, 16 mm Ø  
Peso sfera: 16,7 g  
Dimensioni: ca. 280x90x90 mm<sup>3</sup>  
Peso totale: ca. 950 g

### 5. Altri apparecchi necessari:

2 aste di supporto, 470 mm	U15002
2 morsetti da tavolo	U13260
0	
2 basi di supporto	U8611150

### 6. Utilizzo

#### 6.1 Indicazioni generali

- Montare l'apparecchio di lancio fisso su una piastra di lavoro o una base piana mediante il materiale di supporto
- Per impostare l'angolo di lancio allentare un po' la vite di bloccaggio, impostare l'angolo e stringere di nuovo la vite di bloccaggio.
- Tensionare la molla di lancio con il perno di rilascio e innestarla in base alla velocità di lancio desiderata nella tacca 1, 2 o 3.
- Per rilasciare la sfera con il pollice spostare verso l'alto il perno di rilascio premendo lateralmente verso l'alto.



Fig. 1 Rilascio del dispositivo di lancio

#### 6.2 Lancio obliquo, verticale e orizzontale

- Collocare la sfera sul supporto magnetico anteriore e impostare l'angolo di lancio desiderato.
- Rilasciare la sfera



Fig. 2 Struttura sperimentale lancio obliquo

#### 6.3 Determinazione della velocità di lancio

La velocità di lancio può essere determinata con la gittata e l'altezza di lancio in caso di posizione di lancio orizzontale. La variazione di velocità durante il lancio è trascurabile.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = velocità di lancio

$s$  = gittata

$h$  = altezza di lancio

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

#### 6.4 Confronto tra caduta libera e lancio orizzontale

- Collocare le sfere sia sul supporto magnetico anteriore sia su quello posteriore e impostare l'angolo di lancio a 0°.
- Rilasciare le sfere.
- Considerare il rumore dell'impatto delle due sfere.

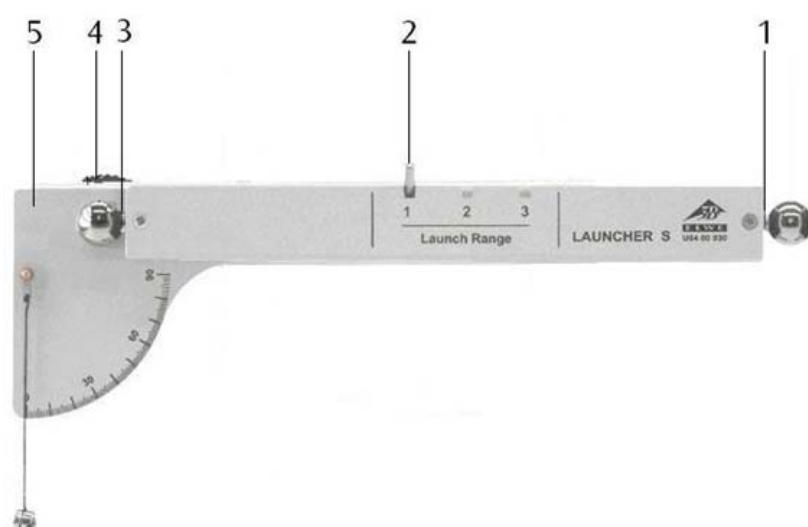
La distinzione acustica dei due eventi non è possibile in caso di un buon allineamento orizzontale.



## Aparato de tiro S U8400930

### Instrucciones de uso

04/09 THL/ALF



- 1 Alojamiento magnético posterior, con esfera
- 2 Espiga disparadora
- 3 Alojamiento magnético delantero, con esfera
- 4 Tornillo de fijación
- 5 Escala angular con plomada

### 1. Advertencias de seguridad

La aceleración de la esfera es baja, así que se pueden descartar lesiones para las personas. Sin embargo el aparato de tiro listo a ser disparado no se debe orientar hacia las personas.

El alcance del tiro de la esfera debe ser siempre previsible.

Objetos frágiles no se deben encontrar en el alcance del tiro del aparato.

- El frente del aparato de tiro se debe mantener siempre libre por lo menos en 4 metros.
- Objetos frágiles se deben retirar de la parte delantera del aparato de tiro.

Después del lanzamiento la espiga de disparo salta rápidamente hacia adelante.

- El aparato de tiro sólo se debe tocar por detrás de la espiga de disparo.

### 2. Descripción

El aparato de tiro S sirve para el estudio de los tiros perpendicular, oblicuo y horizontal así como para demostración de la superposición independiente de los movimientos horizontal y vertical.

Se pueden seleccionar tres velocidades de disparo, enclavando la espiga de disparo en la correspondiente hendidura. El ángulo de tiro se puede ajustar sin saltos en la escala angular y se puede leer por medio de un hilo con plomada.

La esfera está fijada magnéticamente en el punto de disparo hasta que se realice el lanzamiento. Debido al ajuste angular, la posición de disparo permanece invariable, porque el punto de rotación se encuentra en el eje horizontal de la esfera. Por lo tanto un cambio del ángulo no tiene ninguna influencia sobre la altura de tiro. Al disparar horizontalmente una esfera se puede al mismo tiempo dejar caer libremente una segunda en la parte trasera de la espiga de disparo, la cual cae y golpea en el piso simultáneamente con la esfera lanzada.

### 3. Volumen de suministro

- 1 Aparato de tiro S
- 3 Esferas de acero

### 4. Datos técnicos

Ángulo de tiro:	0° – 90°
Alcance máximo de tiro:	4 m
Cuerpo de tiro:	Esfera de acero, 16 mm Ø
Masa de la esfera:	16,7 g
Dimensiones:	aprox. 280x90x90 mm <sup>3</sup>
Masa total:	aprox. 950 g

### 5. Aparatos requeridos adicionalmente

2 Varillas soporte, 470 mm	U15002
2 Pinzas de mesa alternativamente	U13260
2 Pies soporte	U8611150

### 6. Manejo

#### 6.1 Observaciones generales

- El aparato de tiro se monta en una mesa de trabajo utilizando material de soporte del laboratorio o sobre una base de trabajo plana.
- Para el ajuste del ángulo de disparo se afloja un poco el tornillo de fijación, se ajusta el ángulo y se vuelve a apretar.
- Se tensa el muelle de disparo con la espiga de tiro y, dependiendo de la velocidad de tiro deseada, se enclava en la ranura 1, 2 ó 3.
- Para disparar la esfera, se desliza hacia arriba la espiga de disparo presionando lateralmente con el pulgar.



Fig. 1 Liberación del dispositivo de lanzamiento

#### 6.2 Tiros, oblicuo, perpendicular y horizontal

- Se coloca la esfera en el alojamiento magnético delantero y se ajusta el ángulo de lanzamiento deseado.
- Se libera la esfera.



Fig. 2 Montaje experimental para el tiro oblicuo

#### 6.3 Determinación de la velocidad de tiro

La velocidad de lanzamiento o tiro se puede determinar a partir del alcance del tiro y de la altura de lanzamiento en una posición de lanzamiento horizontal. El cambio de la velocidad durante el tiro se puede despreciar.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = Velocidad de lanzamiento

$s$  = Alcance del tiro

$h$  = Altura de lanzamiento

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

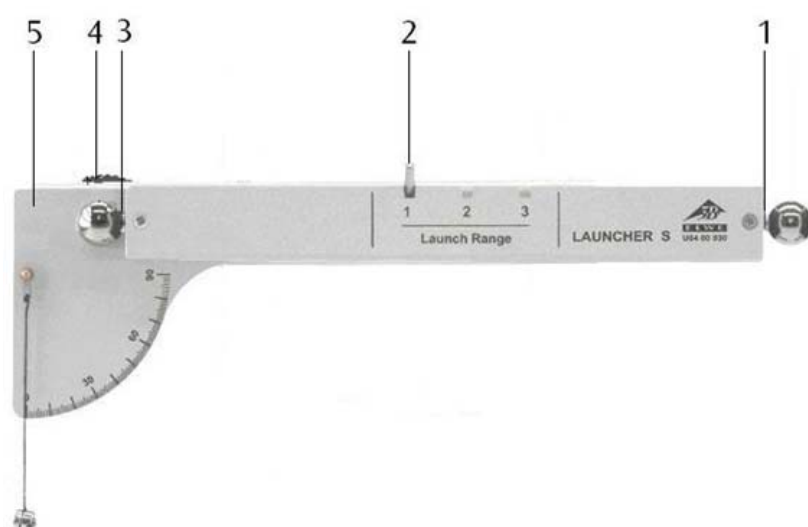
#### 6.4 Comparación entre la caída libre y el tiro horizontal

- Se coloca una esfera en el alojamiento magnético delantero y una en el alojamiento trasero y se ajusta un ángulo de lanzamiento de 0°.
- Se lanzan las esferas.
- Se presta atención a los sonidos de los golpes de las esferas sobre el piso.
- La separación acústica de ambos eventos, con una orientación horizontal exacta del aparato de tiro es casi imposible (tiempos de caída iguales).

## Aparelho de lançamento S U8400930

### Instruções de uso

04/09 THL/ALF



- 1 Receptor magnético posterior com esfera
- 2 Pino de disparo
- 3 Receptor magnético dianteiro com esfera
- 4 Parafuso de fixação
- 5 Escala angular com prumo

### 1. Indicações de segurança

A aceleração da esfera é mínima, de maneira que os ferimentos para seres humanos podem ser excluídos. Não obstante, o aparelho de lançamento pronto para o disparo não deve ser apontado em direção de pessoas.

A distância do lançamento da esfera deve ser sempre visualmente bem abrangível.

Objetos frágeis não podem estar dentro do alcance do lançamento do aparelho.

- Deixar pelo menos 4 m livres na frente do aparelho.
- Retirar objetos frágeis da frente do aparelho de lançamento.

O pino de disparo pula rapidamente para frente após da soltura.

- Tocar o aparelho de lançamento somente atrás do pino de disparo.

### 2. Descrição

O aparelho de lançamento S serve para a pesquisa do lançamento vertical, diagonal e horizontal, assim como para a demonstração da superposição independente do movimento horizontal e vertical.

Três velocidades de lançamentos diferentes podem ser escolhidas por meio de ajuste do pino de disparo no entalho correspondente. O ângulo de lançamento é ajustável de forma contínua e é legível na escala angular por meio de um prumo de linha.

A esfera é fixada magneticamente na posição de lançamento até o momento do disparo. Através de o ajuste angular a posição de lançamento fica inalterada, devido a que o ponto de giro se encontra no eixo horizontal da esfera. Por isso, uma alteração do ângulo não tem nenhuma influência sobre a altura do lançamento. No lançamento horizontal de uma esfera, na parte posterior do pino de disparo pode ser liberada ao mesmo tempo uma segunda esfera em queda livre, a qual faz impacto em forma simultânea com a esfera lançada.

### 3 Fornecimento

- 1 Aparelho de lançamento S
- 3 Esferas de aço

### 4. Dados técnicos

Ângulo de lançamento:	0° – 90°
Distância máxima de lançamento:	4 m
Corpo de lançamento:	Esferas de aço, 16 mm Ø
Massa da esfera:	6,7 g
Dimensões:	aprox. 280x90x90 mm <sup>3</sup>
Massa total:	aprox. 950 g

### 5. Aparelhos adicionais necessários

2 Varas de apoio, 470 mm	U15002
2 Fixadores de mesa	U13260
ou	
2 Pés de apoio	U8611150

### 6. Operação

#### 6.1 Indicações gerais

- Montar o aparelho de lançamento seguro com a ajuda dos materiais de apoio numa placa de trabalho ou montar-lo sobre uma base plana.
- Para ajustar o ângulo de lançamento afrouxar um pouco o parafuso de fixação, ajustar o ângulo e apertar de novo o parafuso de fixação.
- Armar a mola de lançamento com o pino de disparo e dependendo da velocidade de lançamento desejada, encaixar-lo na fenda 1, 2 ou 3.
- Para liberar a esfera com o pino de disparo, empurrar este com o polegar lateralmente para acima.



Fig. 1 Desengate do mecanismo de lançamento

#### 6.2 Lançamento diagonal, vertical e horizontal

- Colocar a esfera sobre o receptor magnético dianteiro e ajustar o ângulo de lançamento desejado.
- Disparar a esfera.



Fig. 2 Montagem da experiência do lançamento diagonal

#### 6.3 Determinação da velocidade de lançamento

A velocidade de lançamento pode ser determinada pela distância e altura do lançamento na posição horizontal de lançamento. A variação de velocidade durante o lançamento é insignificante.

$$v = \frac{s}{\sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}}$$

$v$  = Velocidade de lançamento

$s$  = Distância de lançamento

$h$  = Altura de lançamento

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

#### 6.4 Comparação entre a queda livre e lançamento horizontal

- Colocar as esferas tanto no receptor magnético dianteiro, como no posterior e ajustar o ângulo de lançamento para 0°.
- Disparar as esferas.
- Prestar atenção ao ruído de impacto de ambas às esferas.
- A separação acústica dos dois eventos é, no caso de uma boa montagem horizontal do aparelho de lançamento, quase imperceptível (Tempos de queda iguais).