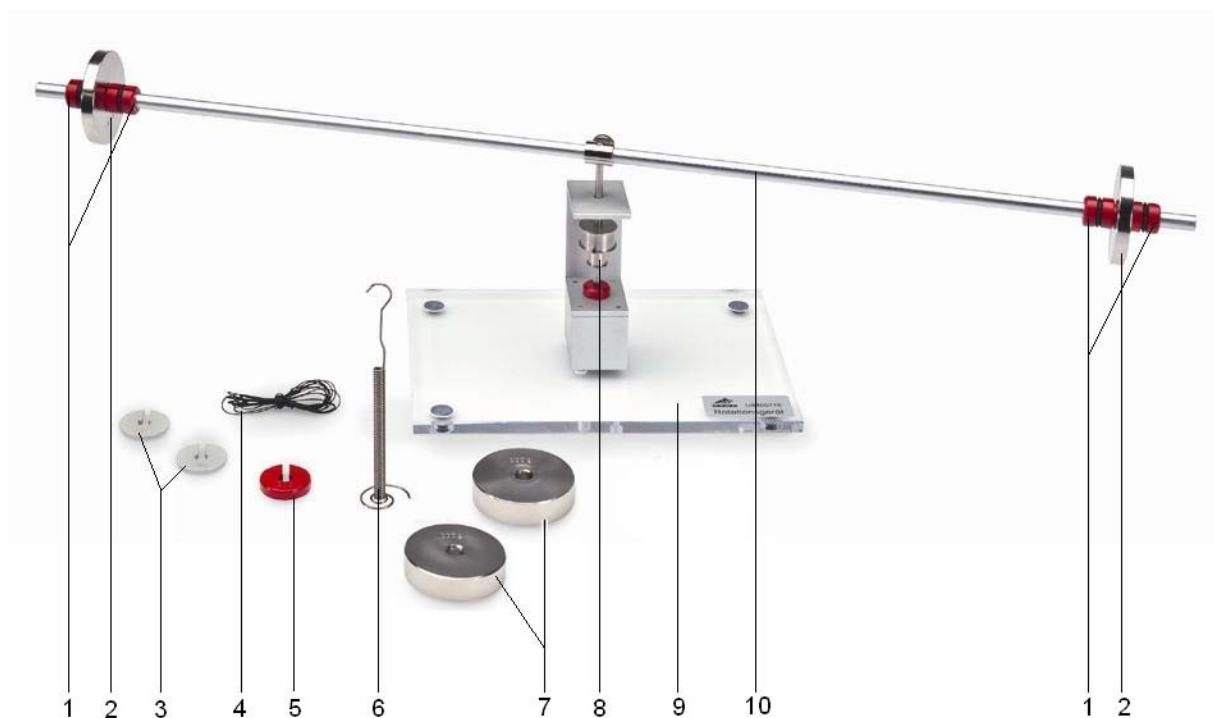


Rotationsgerät 1006785

Bedienungsanleitung

01/13 ADP/BJK/ALF



- | | |
|---|---|
| 1 Gewichtsbehalter aus Plastik | 7 Gewichtsscheiben, 200 g, 8-mm-Bohrung |
| 2 Gewichtsscheiben, 100 g, 8-mm-Bohrung | 8 Stufenscheibe |
| 3 Schlitzgewichte, grau, 10 g | 9 Grundplatte und Montagevorrichtung |
| 4 Faden, 3 m | 10 Aluminiumrohr |
| 5 Schlitzgewichte, rot, 20 g | Umlenkvorrichtung (nicht abgebildet) |
| 6 Aufhänger für Schlitzgewichte, 10 g | |

1. Sicherheitshinweise

Zur Vermeidung von Verletzungen:

- Sicherheitsabstand zu dem sich im Betrieb befindlichen Gerät halten. Vor allem darauf achten, Augen und Gesicht von beweglichen Teilen fernzuhalten.
- Apparat nicht mit der Hand auf eine hohe Winkelgeschwindigkeit drehen! Die Befestiger aus Plastik sind nicht dafür gedacht, ihre Position bei hohen Geschwindigkeiten beizubehalten, und die Gewichte können davonfliegen.

2. Beschreibung

Der Rotationsgerät dient zur Bestimmung der Winkelbeschleunigung in Abhängigkeit vom Drehmoment und zur Bestimmung des Trägheitsmoments in Abhängigkeit vom Abstand des Körpers von der Achse und seiner Masse.

Eine senkrechte, achselgelagerte Drehachse trägt eine Querstange zur Halterung von Massen. Über eine Umlenkrolle und die auf der Achse befindlichen Stufenscheibe wird die Gewichtskraft der Antriebsmasse mittels einer aufgewickelten Schnur übertragen.

3. Technische Daten

Grundplatte:	200 mm x 140 mm
Querstange:	600 mm
Stufenscheibe:	9/18 mm Ø
Masse:	ca. 1,3 kg

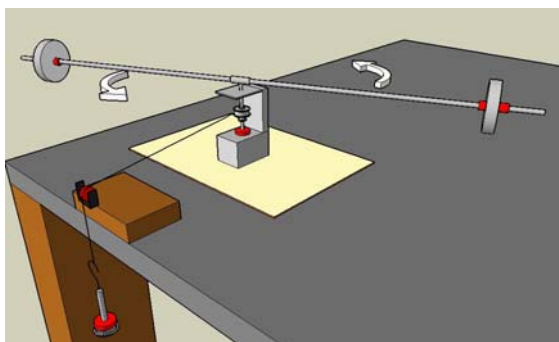
4. Zusätzlich erforderlich

Maßstab	1000742
Digitale Stoppuhr	1002811

5. Experimentierbeispiele

5.1 Bestimmung der Winkelbeschleunigung

- Massen auf Stange laden und mit Befestigern sichern, Faden einfädeln und um die Stufenscheibe wickeln, Faden über Umlenkvorrichtung führen und aufwickeln, mit Gewichtshänger verbinden, Faden senkrecht zur Stufenscheibe halten. Gewichtshänger festhalten.



- Zwei Studenten halten sich mit Stoppuhren bereit.
- Gewichtshänger loslassen.

- Ein Student notiert die Zeit zwischen dem Loslassen des Gewichtshängers und seinem Auftreffen auf dem Boden.
- Sobald die Masse den Boden berührt, notiert der zweite Student die Zeit, die die Querstange benötigt, um zwei Umdrehungen auszuführen. Sicherstellen, dass die Messung gemacht wird, bevor der Apparat aufgrund von Reibung zu langsam wird.
- Winkelgeschwindigkeit ω der Querstange in Radianten/Sekunde berechnen und dabei nicht vergessen, dass eine Drehung 2π Radianten darstellt.
- Die Winkelbeschleunigung erhält man aus der Gleichung:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ ist der für die Schlusswinkelgeschwindigkeit berechnete Wert (die Anfangsgeschwindigkeit betrug null) und Δt ist die Zeit, die die Masse benötigte, um auf den Boden zu fallen.

- Messungen mehrere Male wiederholen und die Ergebnisse mitteln.
- Experimente mit verschiedenen Antriebsmassen, Massen auf der Stange und Position der Masse auf der Stange wiederholen. Auswirkungen auf die Winkelgeschwindigkeit vergleichen.

5.2 Bestimmung des Drehmoments

Das Drehmoment kann theoretisch und experimentell bestimmt und dann verglichen werden.

Das theoretische Drehmoment erhält man aus der Gleichung:

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90$ weil der Faden senkrecht zum Radius des Apparates verläuft. r ist der Radius der Stufenscheibe. $F = mg$, wobei m die Summe der Schlitzgewichte mit Aufhänger ist. Folglich erhält man das theoretische Drehmoment aus der Gleichung:

$$\tau = r \cdot m \cdot g$$

- Zur experimentellen Ermittlung den gleichen Versuchsaufbau verwenden wie in 5.1.
- Dazu zuerst die Winkelbeschleunigung mittels der in Abschnitt 5.1 beschriebenen Methoden bestimmen.
- Trägheitsmoment durch das Messen der Abstände zu den Massen auf der Querstange und unter Verwendung der folgenden Formel berechnen:

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{Stange}} \cdot L^2 + M_{\text{Masse}} \cdot R^2$$

- Zur Ermittlung des Drehmoments die Winkelbeschleunigung mit dem Trägheitsmoment multiplizieren.

$$\tau = I \cdot \alpha$$

- Änderung des Drehmoments nach Verändern des Stufenscheibenradius und Variieren der Antriebsmassen messen.

5.3 Berechnung des Trägheitsmoments

- Abstand von der Masse zur Drehachse messen.
- Winkelbeschleunigung wie in 5.1 bestimmen.
- Theoretisches Drehmoment wie in 5.2 bestimmen.
- Das Trägheitsmoment erhält man aus der Gleichung:

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

- Wiederholen, dabei Masse auf der Querstange gleich belassen und Abstand verändern.
- Trägheit in Abhängig vom Abstand grafisch darstellen.
- Experiment mit gleichem Abstand aber unterschiedlicher Masse wiederholen.
- Trägheit in Abhängig von der Masse grafisch darstellen.

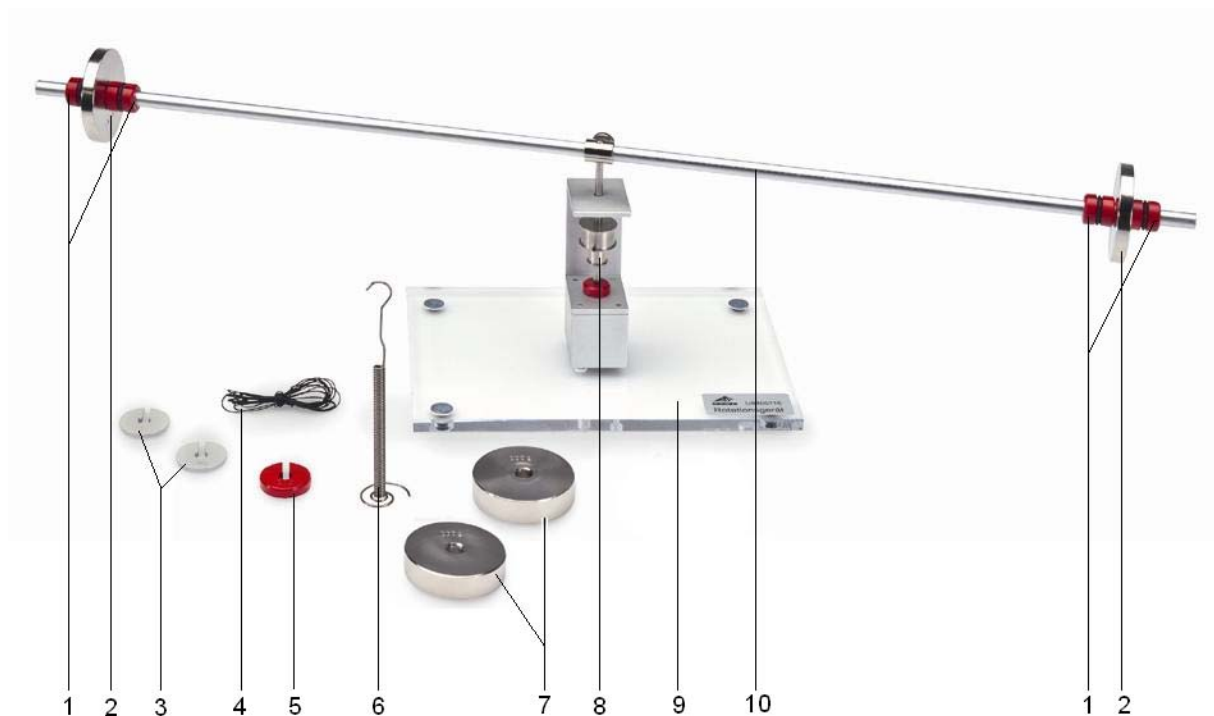
Das Trägheitsmoment verändert sich gemäß folgender Gleichung:

$$I = MR^2$$

Rotational Motion Apparatus 1006785

Instruction sheet

01/13 ADP/BJK/ALF



- 1 Plastic weight fasteners
- 2 Weight discs, 100 g, 8 mm boring
- 3 Slotted weights, gray, 10 g
- 4 Thread, 3 m
- 5 Slotted weight, red, 20 g
- 6 Hanger for slotted weights, 10 g

- 7 Weight discs, 200 g, 8 mm boring
 - 8 Spindle
 - 9 Base and mount
 - 10 Hollow aluminium rod
- Deflection pulley (not illustrated)

1. Safety instructions

To avoid injuries:

- Maintain a safe distance from the device while it is in operation. Be especially careful to keep your eyes and face away from moving parts.
- Do not use your hand to spin the apparatus to a high angular velocity! The plastic fasteners are not designed to stay in position at high velocities and the weights will fly off.

2. Description

The rotational motion apparatus is used for determining the angular acceleration as a function of torque and for determining the moment of inertia as a function of the distance of the body from the axis and its mass.

A vertical, rotating axle with a bearing supports a crossbar for holding the weights. The force of the driving weight is transferred via a pulley and a cord wrapped around a spindle on the axis.

3. Technical data

Base plate:	200 mm x 140 mm
Crossbar:	600 mm
Spindle:	9/18 mm diam.
Weight:	approx. 1.3 kg

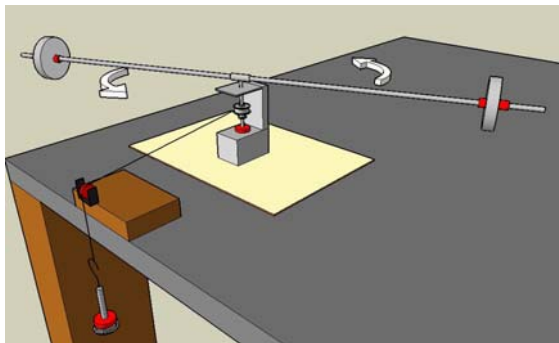
4. Additionally required

Meter Stick	1000742
Digital Stopwatch	1002811

5. Sample experiments

5.1 Calculating angular acceleration

- Place masses on crossbar and secure with weight fasteners, insert thread and wind around spindle, run thread over pulley and wind up, connect to mass hanger keep thread perpendicular to spindle. Hold mass hanger.



- Have two students standing ready with stopwatches.
- Release the mass hanger.
- One student will record the time between the release of the mass hanger and when it touches the ground.

- As soon as the mass touches the ground, the second student will record the time it takes the crossbar to rotate twice. Be sure to take this measurement before the apparatus has slowed due to friction.
- Calculate angular velocity ω of the crossbar in radians/second, remembering that one rotation is 2π radians.
- Angular acceleration is given by the equation

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ is the value calculated for final angular velocity (initial was zero) and Δt is the time it took the mass to fall to the ground.

- Repeat your measurement a few times and average the results.
- Repeat experiments by changing hanger mass, mass on the rod and position of the mass on rod and compare effects on angular velocity.

5.2 Calculating torque

The torque can be calculated theoretically and experimentally and these two values can be compared. Use the same experimental setup as in 5.1.

The theoretical torque is given by the equation:

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90$ because the thread is perpendicular to the radius of the apparatus. r is the radius of the spindle. $F = mg$ where m is the sum of the slotted masses and hanger. Thus, the theoretical torque is given by:

$$\tau = r \cdot m \cdot g$$

- To find experimental torque, first calculate the angular acceleration using the methods outlined in section 5.1.
- Calculate the moment of inertia by measuring the distances to the masses on the crossbar and using the following equation

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{rod}} \cdot L^2 + M_{\text{weights}} \cdot R^2$$

- Multiply angular acceleration by the moment of inertia to find torque

$$\tau = I \cdot \alpha$$

- Measure the change in torque from changing spindle radius and from varying the amount of mass on the hangers.

5.3 Calculating moment of inertia

- Measure the distance from the mass to the pivot axle.

- Calculate the angular acceleration as in 5.1
- Calculate the theoretical torque as in 5.2
- The moment of inertia is given by the equation:

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

- Repeat the experiment, keeping the mass on the crossbar fixed and varying the distance.
- Plot inertia versus distance.
- Repeat the experiment, but this time keep the distance fixed and vary the mass on the rod and plot inertia versus mass.

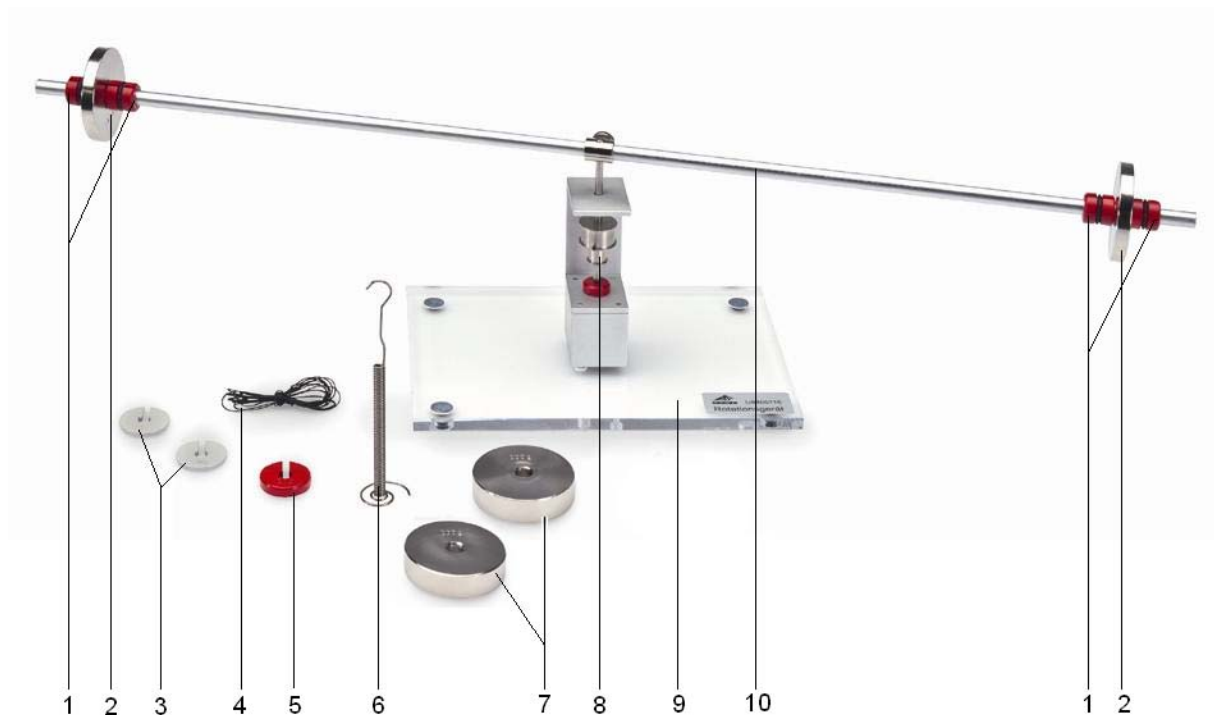
You should find that the moment of inertia varies according to the equation

$$I = MR^2$$

Appareil à mouvement rotatif 1006785

Instructions d'utilisation

01/13 ADP/BJK/ALF



- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Fixations en plastique pour disques poids | 7 | Disques poids de 200 g à alésage de 8 mm |
| 2 | Disques poids de 100 g à alésage de 8 mm | 8 | Broche |
| 3 | Disques fendus gris de 10 g | 9 | Base et support |
| 4 | Corde de 3 m | 10 | Tige creuse en aluminium |
| 5 | Disque fendu rouge de 20 g | | Poulie de déviation (non illustré) |
| 6 | Crochet pour disques fendus de 10 g | | |

1. Consignes de sécurité

Afin d'éviter les risques de blessures :

- Veillez à respecter une distance de sécurité suffisante lorsque le dispositif est en exploitation. Faites particulièrement attention à éviter tout contact entre vos yeux ou votre visage et les organes mobiles.
- Ne vous servez pas de votre main dans le but d'amener l'appareillage à une vitesse angulaire élevée ! À des vitesses élevées, les fixations en plastique ne pourraient rester en place, les disques poids s'échapperaient donc.

2. Description

L'appareil à mouvement rotatif sert à déterminer l'accélération angulaire en fonction du couple et sert également à déterminer le moment d'inertie en fonction de la distance d'un corps par rapport à l'axe et de sa masse.

Un axe vertical pivotant, au palier sur agate, supporte une barre transversale pour le maintien des disques poids. La force du poids entraîné est transmise au moyen d'une poulie et d'une corde enroulée sur l'axe autour d'une broche.

3. Caractéristiques techniques

Plaque de base :	de 200 mm x 140 mm
Barre transversale :	de 600 mm
Broche :	diamètre de 9/18 mm
Poids :	d'environ 1,3 kg

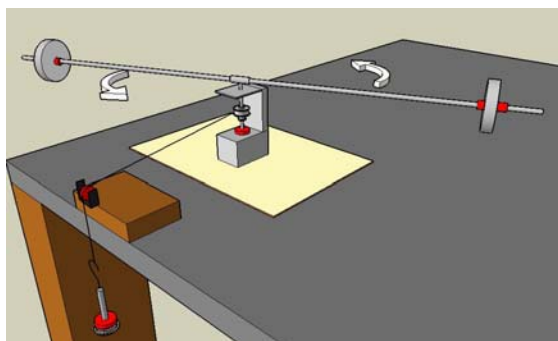
4. Accessoires supplémentaires requis

Double-mètre pliant	1000742
Chronomètre numérique	U11902

5. Exemples d'expériences

5.1 Calcul de l'accélération angulaire

Placez des masses sur la barre transversale en les y fixant à l'aide des disques poids, faites passer la corde et enroulez-la autour de la broche ; passez la corde au-dessus de la poulie et l'y enroulez ; connectez la corde au crochet de masse en veillant à ce qu'elle soit perpendiculaire à la broche. Maintenez le crochet de masse.



- Deux étudiants équipés de chronomètres seront prêts à stopper le temps.
- Relâchez le crochet de masse.

- Un étudiant enregistrera le temps écoulé entre le moment où le crochet de masse est relâché et celui où il touche le sol.
- Dès que la masse touche le sol, le deuxième étudiant enregistrera le temps que prend la barre transversale à tourner deux fois. Veillez à effectuer ces mesures avant que l'appareillage ne se soit ralenti en raison de la friction.
- Calculez la vitesse angulaire ω de la barre transversale en radians/secondes, sans oublier le fait qu'une rotation correspond à 2π radians.
- L'équation suivante permet d'obtenir l'accélération angulaire :

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ représentant la valeur calculée de la vitesse angulaire finale (la vitesse initiale étant de zéro) et Δt le temps qu'a pris la masse pour tomber au sol.

- Répétez vos mesures plusieurs fois, puis faites la moyenne des résultats obtenus.
- Tentez de modifier la masse du crochet, la masse sur la tige et la position de la masse sur la tige, puis comparez-en aléatoirement les effets sur la vitesse angulaire.

5.2 Calcul du couple

Il sera possible de calculer le couple théoriquement et expérimentalement, puis de comparer ces deux valeurs. Le montage de l'appareillage expérimental sera le même qu'au paragraphe 5.1.

L'équation suivante permet d'obtenir le couple théorique :

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90^\circ$ La corde étant perpendiculaire au rayon de l'appareillage, r représente le rayon de la broche. $F = mg$, m étant la somme des masses fendus et du crochet. Le couple théorique est donc calculé par l'équation suivante :

$$\tau = rmg$$

- La détermination d'un couple expérimental se fera en calculant d'abord l'accélération angulaire au moyen des méthodes présentées au paragraphe 4.1.
- Calculez le moment d'inertie en mesurant les distances des masses par rapport à l'axe pivotant, puis en utilisant l'équation suivante.

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{tige}} \cdot L^2 + M_{\text{masses}} \cdot R^2$$

- Multipliez l'accélération angulaire par le moment d'inertie, ce qui vous permettra de déterminer le couple.

$$\tau = I \cdot \alpha$$

- Mesurez les changements du couple si le rayon de la broche est modifié et la quantité de masse variée sur les dispositifs de suspension.

5.3 Calcul du moment d'inertie

- Mesurez la distance de la masse par rapport à l'axe pivotant.
- Calculez l'accélération angulaire comme au paragraphe 5.1
- Calculez le couple théorique comme au paragraphe 5.2
- L'équation suivante permet d'obtenir le moment d'inertie :

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

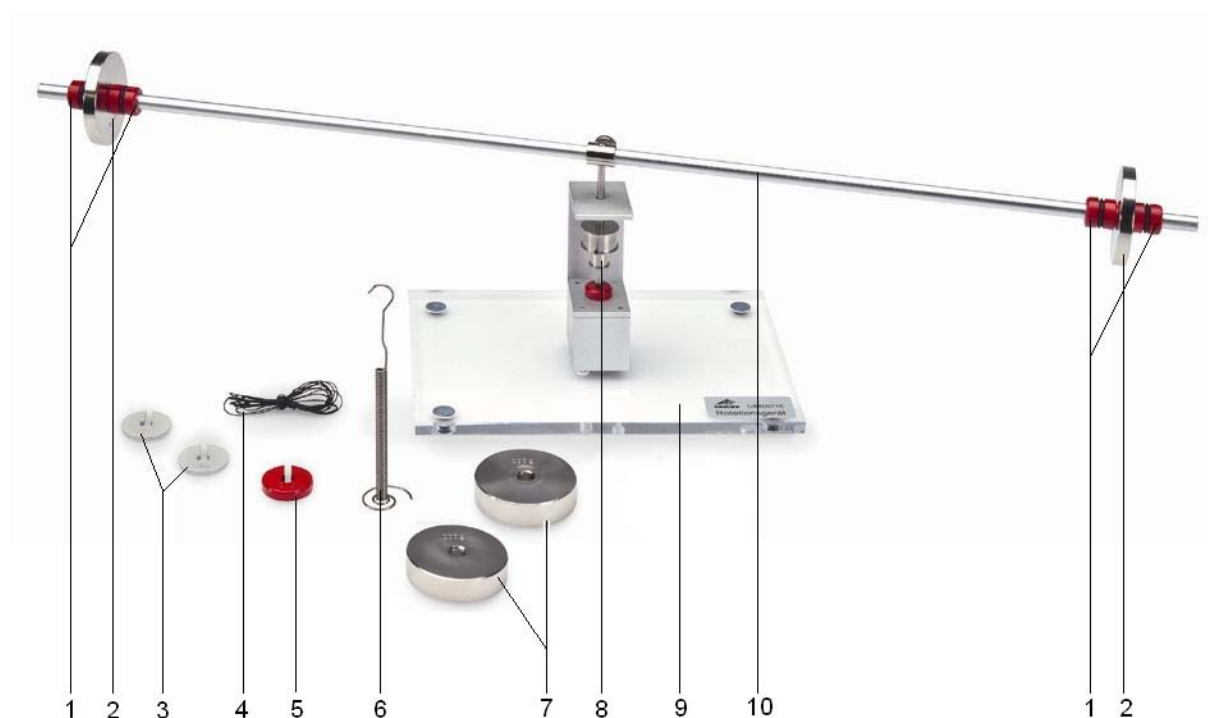
- Répétez, en laissant la masse fixée sur la barre transversale et en variant le rayon.
- Tracez le graphique de l'inertie versus celui du rayon.
- Répétez cette procédure, mais en gardant cette fois la distance fixée et en variant la masse sur la tige, puis tracez le graphique de l'inertie versus celui de la masse.
- Vous pourrez constater que le moment d'inertie varie conformément à l'équation.

$$I = MR^2$$

Apparecchio per lo studio del moto rotazionale 1006785

Manuale di istruzioni

01/13 ADP/BJK/ALF



- 1 Dispositivo di fissaggio in plastica dei pesi
- 2 Pesi, 100 g, foro da 8 mm
- 3 Pesi asolati, grigi, 10 g
- 4 Filo, 3 m
- 5 Peso asolato, rosso, 20 g
- 6 Supporto per pesi asolati, 10 g

- 7 Pesi, 200 g, foro da 8 mm
 - 8 Mandrino
 - 9 Base e supporto
 - 10 Barra cava in alluminio
- Puleggia di deviazione (non illustrata)

1. Istruzioni di sicurezza

Per evitare lesioni:

- Mantenere una distanza di sicurezza dal dispositivo durante il funzionamento. Prestare particolare attenzione a non avvicinare occhi e viso alle parti in movimento.
- Non utilizzare le mani per aumentare la velocità angolare del dispositivo! I dispositivi di fissaggio in plastica non sono progettati per resistere a velocità elevate e i pesi volerebbero via.

2. Descrizione

L'apparecchio per il calcolo del moto rotazionale è utilizzato per determinare l'accelerazione angolare in funzione della coppia e per determinare il momento d'inerzia in funzione della distanza del corpo dall'asse e dalla sua massa.

Un asse girevole verticale con cuscinetti di agata sostiene una barra a cui sono fissati i pesi. La forza del peso motore viene trasferita tramite una puleggia e una corda avvolta intorno ad un mandrino sull'asse.

3. Caratteristiche tecniche

Piastra di base:	200 mm x 140 mm
Barra:	600 mm
Mandrino:	9/18 mm Ø
Peso:	1,3 kg circa

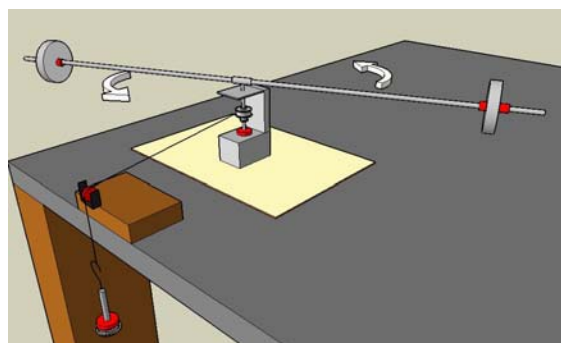
4. Accessori aggiuntivi

Asta graduata	1000742
Cronometro digitale	U11902

5. Misure sperimentali

5.1 Calcolo dell'accelerazione angolare

- Posizionare i pesi sulla barra e fissarli con i dispositivi di fissaggio, inserire la corda e avvolgerla al mandrino, far passare la corda sopra la puleggia e avvolgerla, collegarla al supporto per pesi e mantenerla perpendicolare al mandrino. Tenere sollevato il supporto con i pesi.



- Due studenti devono stare pronti con i cronometri.
- Rilasciare il supporto con i pesi.

- Uno studente registrerà il tempo che intercorre tra il momento in cui il supporto viene rilasciato e il momento in cui tocca il suolo.
- Non appena il peso tocca il suolo, il secondo studente registrerà il tempo necessario alla barra per effettuare due rotazioni. Fate attenzione a registrare tali misure prima che l'apparecchio rallenti a causa della frizione.
- Calcolate la velocità angolare ω della barra in radianti/secondo, tenendo presente che una rotazione corrisponde a 2π radianti.
- L'accelerazione angolare è data dall'equazione

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ è il valore calcolato per la velocità angolare finale (quella iniziale era uguale a zero) e Δt è il tempo necessario perché il peso tocchi il suolo.

- Ripetete i calcoli alcune volte ed effettuate una media dei risultati.
- Provate a modificare i pesi del supporto, i pesi sull'asta e la posizione dei pesi sull'asta e controllate se la velocità angolare subisce variazioni.

5.2 Calcolo della coppia

È possibile effettuare un calcolo teorico e sperimentale della coppia e in seguito paragonare i due valori risultanti. Disponete gli strumenti come in 5.1.

La coppia teorica è data dall'equazione:

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90$ poiché la corda è perpendicolare al raggio dell'apparecchio. r è il raggio del mandrino. $F = mg$ dove m è la somma dei pesi asolati e del supporto. Quindi la coppia teorica è data da:

$$\tau = rmg$$

- Per trovare il valore sperimentale della coppia, è necessario per prima cosa calcolare l'accelerazione angolare utilizzando i metodi descritti in 4.1.
- Calcolate il momento d'inerzia misurando le distanze dai pesi sull'asta e utilizzando l'equazione seguente:

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{barra}} \cdot L^2 + M_{\text{pesi}} \cdot R^2$$

- Moltiplicate l'accelerazione angolare per il momento d'inerzia e troverete la coppia

$$\tau = I \cdot \alpha$$

- Misurate i cambiamenti della coppia al variare del raggio del mandrino e al variare della quantità di pesi sul supporto.

5.3 Calcolo del momento d'inerzia

- Misurate le distanze dai pesi sull'asta.
- Calcolate l'accelerazione angolare come descritto in 5.1.
- Calcolate la coppia teorica come descritto in 5.2.
- Il momento d'inerzia è dato dall'equazione:

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

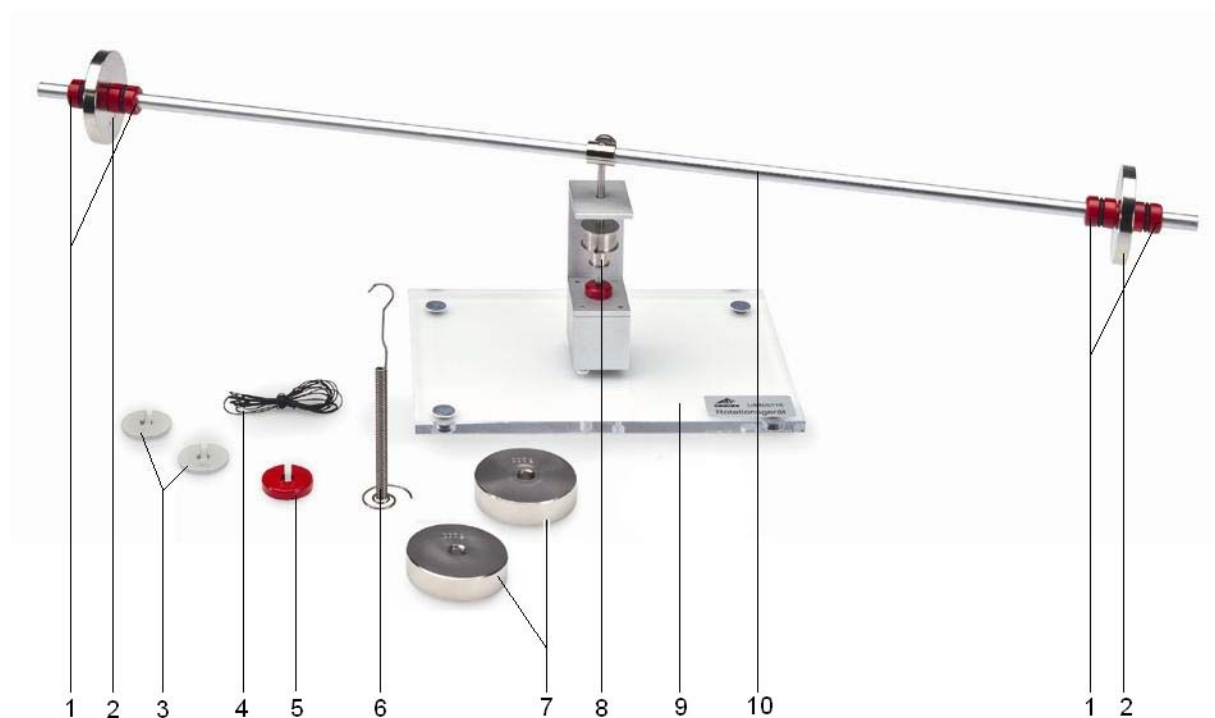
- Ripetete l'operazione mantenendo lo stesso peso sull'asta e modificando il raggio.
- Tracciate l'inerzia in funzione del raggio.
- Ripetete la procedura, ma questa volta mantenete fissa la distanza e modificate il peso sull'asta e tracciate l'inerzia in funzione della massa.
- Dovreste notare che il momento d'inerzia varia secondo l'equazione

$$I = MR^2$$

Aparatos de movimiento rotatorio 1006785

Instrucciones de uso

01/13 ADP/BJK/ALF



- | | |
|---|---|
| 1 Fijadores de pesas, de plástico | 7 Pesas de disco, 200 g, perforación 8 mm |
| 2 Pesas de disco, 100 g, perforación 8 mm | 8 Huso |
| 3 Pesas ranuradas, grises, 10 g | 9 Base y dispositivo de montaje |
| 4 Cuerda, 3 m | 10 Barra hueca de aluminio |
| 5 Pesa ranurada, roja, 20 g | Polea de desviación (sin gráfica) |
| 6 Gancho para pesas ranuradas, 10 g | |

1. Aviso de seguridad

Para evitar lesiones:

- Manténgase a una distancia prudente del aparato mientras éste se encuentre en funcionamiento. Preste especial atención en mantener el rostro y los ojos apartados de las partes en movimiento.
- No utilice la mano para hacer girar el aparato a una velocidad angular elevada. Los fijadores de plástico no están diseñados para preservar su posición a altas velocidades y las pesas saldrían volando.

2. Descripción

El aparato de movimiento rotatorio sirve para determinar la aceleración angular como una función del par de giro y para definir el momento de inercia como una función de la distancia del cuerpo a partir del eje y de su masa.

Un eje vertical, en rotación, con cojinete de ágata, sostiene una barra transversal que sirve para sujetar las pesas. La fuerza de la pesa propulsora se transfiere por medio de una polea y una cuerda enrollada a un huso del eje.

3. Datos técnicos

Placa base:	200 mm x 140 mm
Barra transversal:	600 mm
Huso:	9/18 mm Ø
Peso:	aprox. 1.3 kg

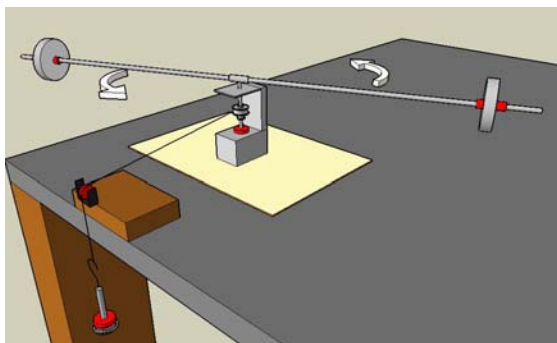
4. Requisitos adicionales

Metro	1000742
Cronómetro digital	U11902

5. Ejemplos de experimentos

5.1 Cálculo de la aceleración angular

- Coloque las pesas en la barra transversal y asegúrelas con los fijadores, inserte la cuerda y enróllela al huso, haga pasar la cuerda por la polea y estírela, pásela por el gancho y mantenga la cuerda siempre perpendicular al huso. Sujete el gancho de las pesas.



- Dos estudiantes estarán preparados con sendos cronómetros.
- Suelte el gancho con las pesas.

- Un estudiante cronometrará el tiempo que tarda la masa en llegar al suelo desde que se la suelta.
- En cuanto la masa toque el suelo, el siguiente estudiante empezará a cronometrar el tiempo que tarda la barra transversal en girar dos veces. Cerciórese de que la medición se realiza antes de que la fricción disminuya la velocidad del aparato.
- Calcule la velocidad angular ω de la barra transversal, en radianes por segundo, teniendo en cuenta que una rotación equivale a 2π radianes.
- La aceleración angular resulta de la ecuación:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ es el valor calculado de velocidad angular final (la inicial era cero) y Δt es el tiempo que tarda la masa en llegar al suelo.

- Repita la medición varias veces y evalúe los resultados.
- Cambie la pesa del gancho, la de la barra y la posición de la pesa en la barra y compare los efectos de estos cambios sobre la velocidad angular.

5.2 Cálculo del par de giro

El par de giro se puede calcular de forma teórica y de forma experimental. Posteriormente se comparan ambos valores. Siga los mismos pasos que en el punto 5.1.

El par teórico resulta de la ecuación:

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90$ porque el hilo es perpendicular al radio del aparato. r es el radio del huso. $F = mg$, en donde m es la suma de las pesas ranuradas y el gancho. Así, el par de giro teórico resulta de:

$$\tau = rmg$$

- Para obtener el par experimental, calcule primero la aceleración angular sirviéndose de los métodos descritos en el punto 4.1.
- Calcule el momento de inercia midiendo en la barra transversal las distancias entre el punto giratorio y las pesas, y aplicando la siguiente ecuación:

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{barra}} \cdot L^2 + M_{\text{pesas}} \cdot R^2$$

- Multiplique la aceleración angular por el momento de inercia para obtener el par de giro

$$\tau = I \cdot \alpha$$

- Mida el cambio del par cuando se modifica el radio del huso y se varía la cantidad de pesas en los ganchos.

5.3 Cálculo del momento de inercia

- Mida el radio de la pesa en la barra transversal.
- Calcule la aceleración angular como en el punto 5.1.
- Calcule el par teórico como en el punto 5.2.
- El momento de inercia resulta de la ecuación:

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

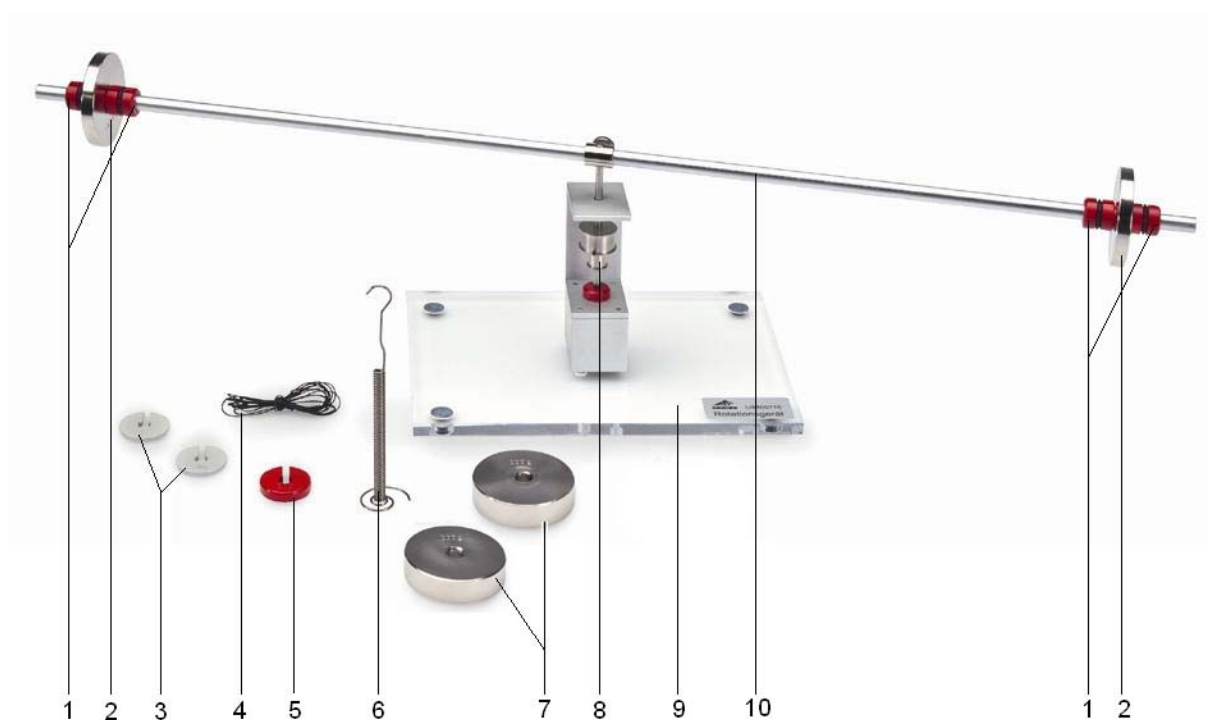
- Repita la operación manteniendo fija la pesa en la barra transversal y modificando el radio.
- Trace la curva de inercia en función del radio.
- Repita el procedimiento pero esta vez mantenga fija la distancia y varíe el peso en la barra. Posteriormente trace la curva de inercia en función de la masa.
- Comprobará que el momento de inercia cambia en función de la ecuación:

$$I = MR^2$$

Aparelhos de movimento rotatório 1006785

Instruções para o uso

01/13 ADP/BJK/ALF



- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Fixadores de pesos, de plástico | 7 | Pesos de disco, 200 g, perfuração 8 mm |
| 2 | Pesos de disco, 100 g, perfuração 8 mm | 8 | Fuso |
| 3 | Pesos estriados, cinza, 10 g | 9 | Base e suporte |
| 4 | Corda, 3 m | 10 | Barra oca de alumínio |
| 5 | Peso estriado, vermelho, 20 g | | Polia de desvio (não ilustrado) |
| 6 | Gancho para pesos estriados, 10 g | | |

1. Indicações de segurança

Para evitar lesões:

- Mantenha-se a uma distância prudente do aparelho enquanto este se encontra em funcionamento. Preste especial atenção em manter o rosto e os olhos longe das partes em movimento.
- Não utilize a mão para fazer girar os aparelhos a uma velocidade angular elevada. Os fixadores de plástico não estão previstos para manter sua posição a altas velocidades e os pesos sairiam voando.

2. Descrição

O aparelho de movimento rotatório serve para determinar a aceleração angular como uma função do par de giro e para definir o momento de inércia como uma função da distância do corpo a partir do eixo e de sua massa.

Um eixo vertical, em rotação, com casquilho de ágata, sustenta uma barra transversal que serve para segurar os pesos. A força do peso propulsor se transfere por meio de uma polia e uma corda enrolada num fuso do eixo.

3. Dados técnicos

Placa base:	200 mm x 140 mm
Barra transversal:	600 mm
Fuso:	9/18 mm Ø
Peso:	aprox. 1.3 kg

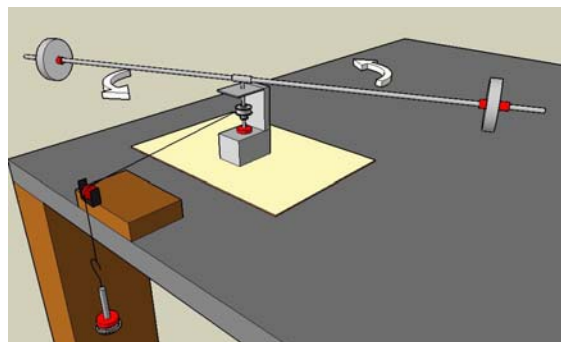
4. Adicionalmente necessário

Metro	1000742
Cronômetro digital	U11902

5. Exemplos de experiências

5.1 Cálculo da aceleração angular

- Coloque os pesos na barra transversal e firme-os com os fixadores, insira a corda e enrole-a no fuso, faça passar a corda pela polia e estire-a, passe-a pelo gancho e mantenha a corda sempre perpendicular ao fuso. Segure o gancho dos pesos.



- Dois estudantes estarão equipados com cronômetros.
- Solte o gancho com os pesos.
- Um estudante cronometrará o tempo que a massa demora em chegar ao solo depois que se a solta.

- Enquanto a massa toca o solo, o seguinte estudante começará a cronometrar o tempo que a barra transversal demora em dar dois giros. Assegure-se que a medição é realizada antes que a fricção diminua a velocidade do aparelho.
- Calcule a velocidade angular ω da barra transversal, em radianos por segundo, tendo em conta que uma rotação equivale a 2π radianos.
- A aceleração angular resulta da equação:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$\Delta\omega$ é o valor calculado de velocidade angular final (a inicial era zero) e Δt é o tempo que a massa demora em chegar ao solo.

- Repita a medição várias vezes e analise os resultados.
- Mude o peso do gancho, o da barra e a posição do peso na barra e compare os efeitos dessas mudanças sobre a velocidade angular.

5.2 Cálculo do par de giro

O par de giro pode ser calculado de forma teórica e de forma experimental. Posteriormente compare ambos valores. Siga os mesmos passos que no ponto 5.1.

O par teórico resulta da equação:

$$\tau = r \times F = rF \sin \theta$$

$\theta = 90$ porque o fio é perpendicular ao rádio do aparelho. r é o rádio do fuso. $F = mg$, onde m é a soma dos pesos estriados e o gancho. Assim, o par de giro teórico resulta de:

$$\tau = rmg$$

- Para obter o par experimental, calcule primeiro a aceleração angular servindo-se dos métodos descritos no ponto 4.1.
- Calcule o momento de inércia medindo na barra transversal a distância entre o ponto giratório e os pesos, e aplicando a seguinte equação:

$$I = \frac{1}{12} \cdot M_{\text{barra}} \cdot L^2 + M_{\text{pesos}} \cdot R^2$$

- Multiplique a aceleração angular pelo momento de inércia para obter o par de giro $\tau = I \cdot \alpha$
- Meça a mudança do par quando se modifica o rádio do fuso e se varia a quantidade de pesos em os ganchos.

5.3 Cálculo do momento de inércia

- Meça o rádio do peso na barra transversal.
- Calcule a aceleração angular como no ponto 5.1.
- Calcule o par teórico como no ponto 5.2.
- O momento de inércia resulta da equação:

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

- Repita a operação mantendo o peso fixado na barra transversal e modificando o rádio.
- Trace a curva de inércia em função do rádio.
- Repita o procedimento mas esta vez mantenha fixada a distância e varie o peso na barra. Posteriormente trace a curva de inércia em função da massa.
- Comprovará que o momento de inércia muda em função da equação:

$$I = MR^2$$

