

Zielsetzung:

Es sollen die Trägheitsmomente verschiedener Körper bestimmt werden.

Definition:

Das Trägheitsmoment ist ein Maß für den Widerstand eines Körpers bezüglich der Änderung des Winkelgeschwindigkeitsvektors $\vec{\omega}$.

↳ Ähnlich zu $\vec{p} = m \vec{v}$, $\vec{L} = I \vec{\omega} \rightarrow \vec{v} = \vec{r} \times \vec{\omega} \rightarrow \int \vec{v} dm$

Theorie:

→ Drehimpuls und Drehmoment: $\vec{L} = I \vec{\omega} = \vec{r} \times \vec{p} \rightarrow \dot{\vec{L}} = I \dot{\vec{\omega}} = \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

↳ Hookesches Gesetz: $\vec{M} \sim -D \vec{\varphi} \rightarrow M = -D \varphi$

→ Kreuzprod.: $M := |\vec{M}| = r F \sin \angle(\vec{r}, \vec{F}) = r F$, falls $\vec{r} \perp \vec{F}$

→ Trägheitsmomente sind additiv: $I = I_1 + I_2$

→ Satz von Steiner: $I_B = I_s + m d^2$

Versuchs Idee:

→ $M = I \ddot{\varphi} \stackrel{!}{=} -D \varphi \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{I}} = \frac{2\pi}{T}$

→ $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{D}}$

1. Bestimmung der Winkelrichtgröße D:

→ Messe $M = D \varphi = r F$, falls $\vec{r} \perp \vec{F}$

Aufbau:

→ Metallstab

→ Kraftmesser

Durchführung:

→ Metallstange \perp zur Drehachse einspannen

→ Konstanter Abstand a von Drehachse

→ Im Abstand a wird ein Kraftmesser \perp zum Stab gehalten

→ Die Stange wird um Winkel φ verdreht

→ Kraft wird gemessen

Ergebnis:

→ $D = \frac{r F}{\varphi}$, D mitteln

→ $D \approx 0,02 \text{ Nm}$

2. Bestimmung des Eigenträgheitsmomentes

→ $I_{\text{ges}} = I_{\text{Auf}} + I_{\text{Eigen}}$

→ I_{ges} aus T , I_{Auf} nach Theorie

Aufbau:

→ Metallstab

→ Verschiebbare Zylinder-Gewichte

Durchführung:

→ Gewichte im festen Abstand r von der Drehachse beidseitig auf die Metallstange

→ Lenke Drehachse um 90° aus

→ Masse 5 T (10 mal)

Ergebnis:

→ $I_{\text{eigen}} < 0 \rightarrow$ vernachlässigbar klein

3. Bestimmung der Trägheitsmomente versch. Körper

Aufbau:

- Vollkugel
 - Vollzylinder
 - Holzpuppe
- } Mit aufhängung

Durchführung:

- Lenke Drehachse um 90° aus
- Masse 5 T (10 mal)
- Bei der Puppe zusätzlich 5 mal bei 120°
- Die Puppe wird in zwei Posen vermessen
- Zur theoretischen Vorhersage werden Maße aller Körper aufgenommen
 - ↳ Die Puppe wird durch Zylinder approx.
 - ↳ Radius \equiv Durchschnitt entlang "Zylinder"

Ergebnis:

- Größenordnung $(I) = 10^\circ$
- $\Delta I \approx 40\%$ für alle Körper

Probleme:

- Homogenität der Körper
- Reibung
 - ↳ Amplituden Abnahme → nicht harmonisch
- Approx.: Zylinder, Stab als 1D-Obj.
- Auslenkungsgenauigkeit
 - ↳ Verschiebung der Skala
 - ↳ Skala weit von Objekten entfernt
- Stoppuhr
 - ↳ Genauigkeit der Zeitmessung