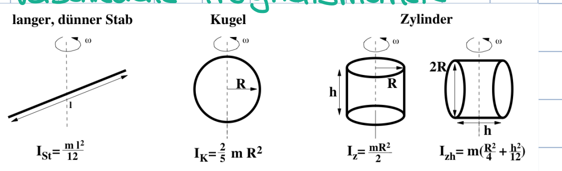
Ziel Trägheitsmoment versch. Körper bestimmen & Satz von Steiner verifizieren

Theorie

Verschiedene Trägheitsmomete



> Trägheitsmoment · $I = \sum_i r_i^2 m_i$ (diskrete Massenverteilung)
· $I = \int r^2\, dm$ (kontinuierliche Verteilung)
→ homogene Massenverteilung: $I = mr^2$

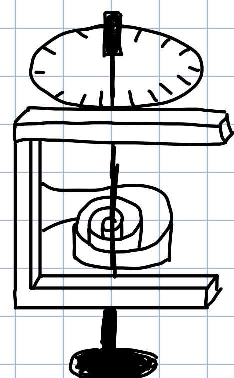
> verschiedene Trägheitsmomente

> Satz von Steiner:
- wenn Drehachse nicht durch Schwerpunkt geht
→ $I = I_S + m \cdot a^2$ (m: Masse des Körpers, a: Abstand Drehachse – Schwerpunktachse)

> Drehmoment: $\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r}$ (Kraft $\vec{F}$ greift im Abstand $\vec{r}$ am Rotationskörper an)

> Schwingungsfähiges System wird um Winkel φ ausgelenkt
→ Periodendauer $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{D}}$
· mit Winkelrichtgröße $D = \frac{F \cdot r}{\varphi}$ für kleine Winkel → $M = D \cdot \varphi$

Durchführung



> Winkelrichtgröße bestimmen mit Kraftmesser
↳ Kraft für 10 versch. Auslenkwinkel messen

> Eigenträgheitsmoment der Drillachse I_0
- Stange auf Drillachse mit Gewichten
- Messung für 10 verschiedenen Abständen der Gewichte zum Mittelpunkt → Auslenkung 90°
- zur Fehlerminimierung → Schwingungsdauer für 5 Schwingungen (kleinere Fehler)

> Trägheitsmoment Kugel & Zylinder
- Kugel vermessen & wiegen
- 10 mal um Winkel 90° auslenken, 5-fache Schwingungsdauer

> Trägheitsmoment Puppe
- Maße der Arme, Beine, Kopf & Oberkörper (Höhe & Länge 1 mal, Druchmesser 10 mal)
- Messung für 2 unterschiedliche Haltungen
- 10 Pro Haltung (5 je 90°, 120° Auslenkung)

Vorbereitung

> Drehmoment unter einem Winkel φ an einem Stab: $\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r} = \begin{pmatrix} F\cos\varphi \\ F\sin\varphi \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$
→ $|\vec{M}| = Fr\sin\varphi$

Auswertung

> ϕ & F gemessen im Abstand R → $D = \frac{FR}{\phi}$ (für jedes ϕ/F-Paar und dann D gemittelt)

> I_0 bestimmen:
$I_{ges} = I_0 + I_{Zylinder}$ $\qquad I_z = 2 \cdot (I_{Zylinder} + m \cdot a^2)$
→ $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}}$ $\qquad T^2 = 4\pi^2 \frac{I}{D}$
plotten a^2 → T^2, lineare Regr.

> Kugel / Zylinder: t mitteln und auf T schließen: Theoriewert aus Abb best. & Exp. Wert mit $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}}$

> Puppe:
- Durchmesser der Körperteile gemittelt → alles als Zylinder angenommen
  → Volumen bestimmen (körperanteilig & Gesamtvolumen)
  → Masse anteilig bestimmen
- 1./2. Position:
  → I Theorie berechnen und I exp bestimmen

> I Größenordnung 10^{-3}

Diskussion

> Eigenträgheitmoment wurde vernachlässigt, deswegen $I_{exp} < I_{theo}$ (in einer Größenordnung)
> nicht reibungsfreie Apparatur
> Wenn Fehler bei Bestimmung von D → zieht sich durch