

Trägheitsmomente



M - 38

Messung mit Drehwaage für verschiedene Körper

Mechanik

Folie Dia Film Video PC-Programm Sonstiges Anz. Blätter: 2 Datum: 14.12.99

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

Stichworte: Torsionspendel: Messung von Trägheitsmomenten; Trägheitsmoment: Messung an verschiedenen Körpern; Steiner, Satz von; Trägheitsellipsoid: Messung mit Drehpendel

Zweck: Messung von Trägheitsmomenten an verschiedenen Körpern: Stab, Hantel, Scheibe, Kugel. Mit einer Doppelhantel kann das Trägheitsellipsoid ausgemessen werden. Wenn der Schwerpunkt außerhalb der Drehachse liegt, gilt der Satz von Steiner.

Zubehör:

Für alle Versuche:

Drehwaage, grau, mit Hebel zur Messung von T {25-3}

Lichtschranke Eigenbau {61-5} mit Kabel dazu {61-11}

Zähler Leybold 57548 {69-2}

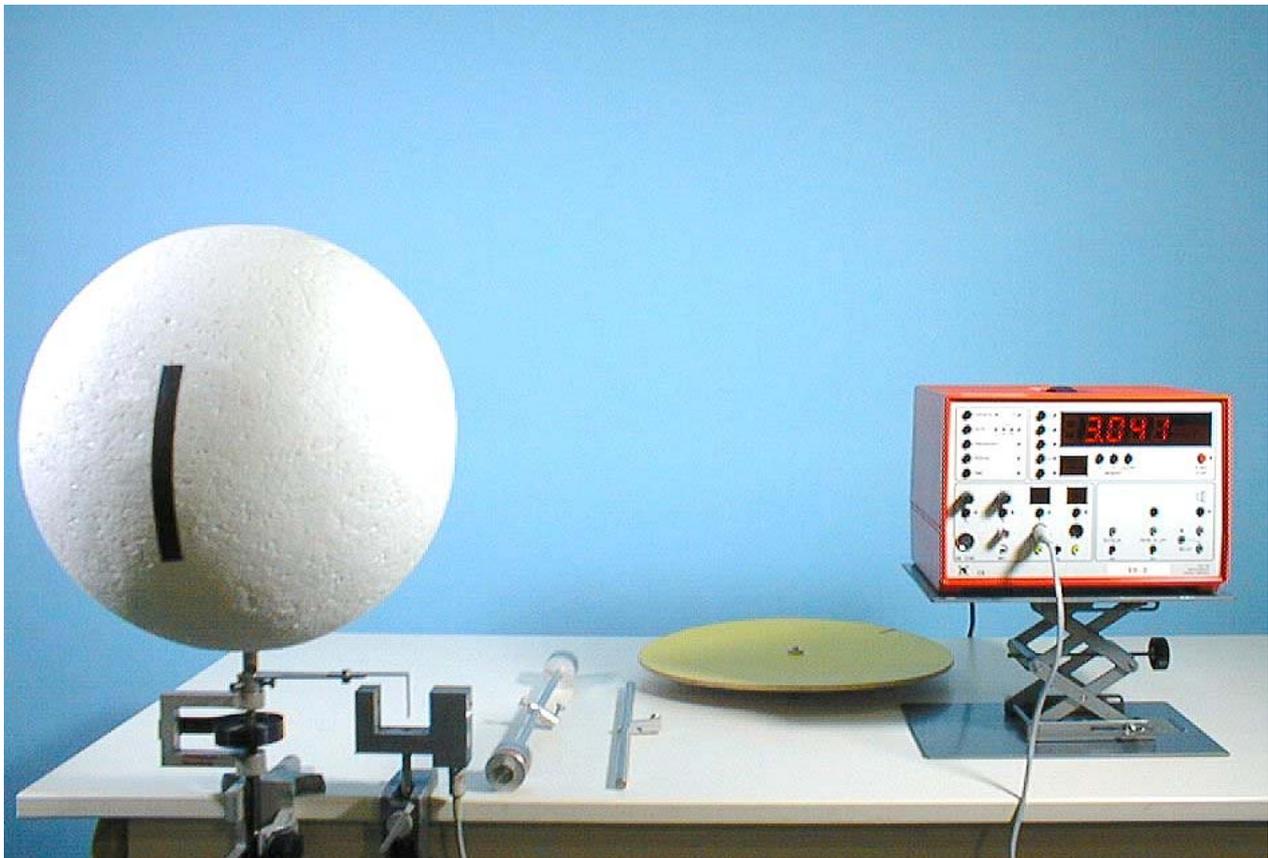
Für die verschiedenen Versuche:

Kugel, Scheibe, Hantel, Stab mit gleicher Masse und gleicher Abmessung {26-5}

Oder: Igel mit 5 Stäben und 4 Massen

Oder: Scheibe mit radialen Löchern zur Verschiebung der Achse {25-4}

Bild:



Aufbau: Zeiger der Drehwaage geht durch die Lichtschranke, Ruhelage verdunkelt die Lichtschranke. Die verschiedenen Körper werden auf der Drehachse befestigt. Die Periodendauer wird gemessen.

Einstellung Zähler: Eingang E; Periodendauer; Betriebsart Δt ; oberhalb von E muss P leuchten; Start der Messung mit Starttaste. Messwerte können mit der Taste CLEAR einzeln gelöscht werden.

Durchführung: Bestimmung der **Federkonstanten** der Drehwaage:

Mit Federwaage die Drehwaage um eine Umdrehung auslenken (Winkel 2π), gemessen: 1,06 N bei 0,14 m Hebelarm.

$$D^* = 1,06 \text{ N} \cdot 0,14 \text{ m} / 2\pi = 0,024 \text{ Nm}$$

Bestimmung des **Trägheitsmoments** Θ aus der Periodendauer der Drehschwingung:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D^*}{\Theta}} \quad \text{daraus: } T = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta}{D^*}} \quad \text{oder } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D^*}{\Theta}} \quad \text{und } \Theta = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 D^* - \Theta_0$$

Leere Drehwaage: $T = 0,36\text{s}$, daraus $\Theta_0 = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ Nms}^2$

<u>Messung für verschiedene Körper:</u>	Körper	Theor. Trägheitsmoment	Periodendauer T gemessen	Trägheitsmoment gemessen
	$m=0,37 \text{ kg}$; $a=0,2 \text{ m}$ Ebene Scheibe	$\frac{1}{2}ma^2 = 0,0074$	3,47 s	0,0072 Nms ²
	Kugel	$\frac{2}{5}ma^2 = 0,00592$	3,081	0,0057
	Hantel	$ma^2 = 0,0148$	4,919	0,0146
	Stab	$\frac{1}{3}ma^2 = 0,00493$	2,848	0,0048

Trägheitsellipsoid Es ist ja (siehe oben): $f = const/\sqrt{\Theta}$

Trägt man $1/T$, also eine Größe die proportional zu $1/\sqrt{\Theta}$ ist, über die Winkel zu den Hauptträgheitsachsen auf, so erhält man das Trägheitsellipsoid eines Körpers.

Messobjekt: „Igel“ mit 2 Massen weit entfernt vom Zentrum und 2 Massen nahe am Zentrum. Auf der dritten Achse keine Massen. Drehachse in Schritten von 15° von einer Hauptträgheitsachse zur anderen variieren. Das sind drei Messreihen, besonders interessant ist aber die Messung vom kleinsten zum größten Trägheitsmoment.

Auftragung von $1/T$ auf Polarkoordinatenpapier (oder an der Tafel mit Geo- Dreieck).

	Winkel	T	1/T
Meßbeispiel:	0°	4,62	0,216
	15°	5,19	0,193
	30°	6,39	0,156
	45°	7,72	0,129
	60°	9,05	0,110
	90°	10,18	0,098

Satz von Steiner: Das Trägheitsmoment um eine Achse A, die nicht durch den Schwerpunkt geht, ist: $\Theta_A = \Theta_S + mR^2$, wenn m die Masse des Körpers und R der Abstand der Drehachse A zum Schwerpunkt ist. Bei einer Scheibe ist $\Theta_S = \frac{1}{2}ma^2$.

Wichtig: Wegen des Drehmoments auf die Drillachse auf gute Justierung achten und Anfangsauslenkung ca. 270° wählen.

$m = 0,70 \text{ kg}$; $a = 0,2 \text{ m}$, daraus $\Theta_S = 0,014 \text{ Nms}^2$

Auftragung mit Excel-Tabelle: [M_038P00.XLS](#)

<u>Werte:</u>	R	θ_S	mR^2	θ_A	$T_{\text{berechnet}}$	T_{gemessen}
	0 m	0,014 Nms ²	0 Nms ²	0,014 Nms ²	4,8 s	4,6 s
	0,04	0,014	0,0011	0,0151	5,0	5,0
	0,08	0,014	0,0045	0,0185	5,5	5,4
	0,12	0,014	0,0101	0,0241	6,3	6,2
	0,16	0,014	0,0179	0,0319	7,2	7,2