UE1040101 GLEICHMÄSSIG BESCHLEUNIGTE ROTATIONSBEWEGUNGEN

AUFGABEN:

- **Punktweise Aufzeichnung des Drehwinkel-Zeit-Diagramms einer gleichmäßig beschleunigten Rotationsbewegung.**
- **Bestätigung der Proportionalität zwischen Drehwinkel und Quadrat der Zeit.**
- **Bestimmung der Winkelbeschleunigung in Abhängigkeit vom beschleunigenden Drehmoment und Bestätigung der Newton'schen Bewegungsgleichung.**
- **Bestimmung der Winkelbeschleunigung in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment und Bestätigung der Newton'schen Bewegungsgleichung.**

ZIEL

Bestätigung der Newton'schen Bewegungsgleichung.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Drehwinkel φ eines gleichmäßig beschleunigt um eine feste Achse rotierenden starren Körpers nimmt proportional zum Quadrat der Zeit t zu. Aus dem Proportionalitätsfaktor lässt sich die Winkelbeschleunigung α berechnen, die ihrerseits gemäß der Newton'schen Bewegungsgleichung vom beschleunigenden Drehmoment und vom Trägheitsmoment des starren Körpers abhängt.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.	
1	Luftgelagertes Drehsystem (230 V, 50/60 Hz)	**1000782**	**oder**
	Luftgelagertes Drehsystem (115 V, 50/60 Hz)	**1000781**	
1	Laserreflexsensor	**1001034**	
1	Digitalzähler (230 V, 50/60 Hz)	**1001033**	**oder**
	Digitalzähler (115 V, 50/60 Hz)	**1001032**	

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Rotation eines starren Körpers um eine feste Achse kann analog zu eindimensionalen Translationsbewegungen beschrieben werden. Man ersetzt den Weg *s* durch den Drehwinkel φ, die Geschwindigkeit *v* durch die Winkelgeschwindigkeit ω, die Beschleunigung *a* durch die Winkelbeschleunigung α, die beschleunigende Kraft *F* durch das am starren Körper angreifende Drehmoment *M* und die träge Masse *m* durch das Trägheitsmoment *J* des starren Körpers um die Drehachse.

In Analogie zur Newton'schen Bewegungsgleichung für Translationsbewegungen gilt: Ein drehbar gelagerter starrer Körper mit dem Trägheitsmoment *J* erfährt die Winkelbeschleunigung α, wenn das Drehmoment angreift.

(1) $$M = J \cdot \alpha$$

Wirkt ein konstantes Drehmoment, so vollzieht der Körper eine Drehbewegung mit gleichmäßiger Winkelbeschleunigung.
Im Experiment wird dies an einem luftgelagerten und deshalb sehr reibungsarmen Drehsystem untersucht. Es wird zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 0$ gestartet und dreht sich in der Zeit t um den Winkel

(2) $$\varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2$$

Das Drehmoment *M* resultiert aus der Gewichtskraft einer beschleunigenden Masse m_M, die im Abstand r_M zur Drehachse am Körper angreift.

(3) $$M = r_M \cdot m_M \cdot g$$

$$g = 9{,}81 \frac{m}{s^2} \text{ : Fallbeschleunigung}$$

Bringt man auf der Hantelstange des Drehsystems zusätzlich zwei Massen m_J in festem Abstand r_J zur Drehachse an, so vergrößert sich das Trägheitsmoment gemäß

(4) $$J = J_0 + 2 \cdot m_J \cdot r_J^2$$

J_0: Trägheitsmoment ohne Zusatzmassen

Sowohl zur Beschleunigung wie auch zur Vergrößerung der Trägheit stehen jeweils mehrere Massestücke zur Verfügung. Außerdem können die Abstände r_M und r_J variiert werden. Somit kann die Winkelbeschleunigung zur Bestätigung von (1) in Abhängigkeit des Trägheitsmoments und des Drehmoments untersucht werden.

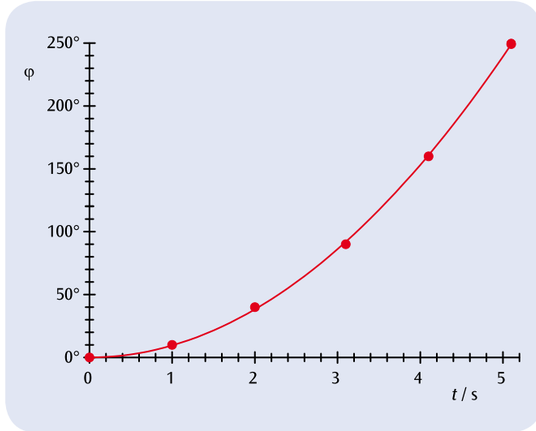

Abb. 1: Drehwinkel-Zeit-Diagramm einer gleichmäßig beschleunigten Drehbewegung.

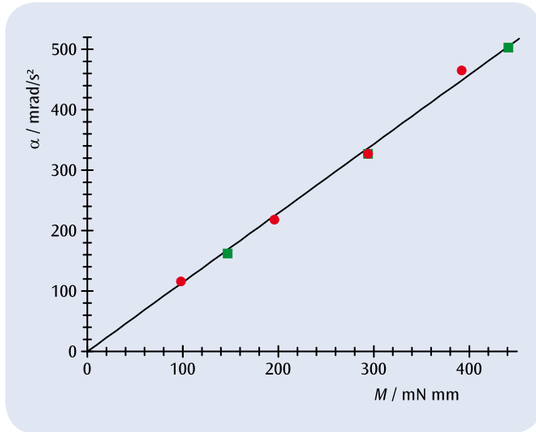

Abb. 2: Winkelbeschleunigung α in Abhängigkeit des Drehmoments *M*.

AUSWERTUNG

Die Proportionalität des Drehwinkels zum Quadrat der Zeit wird durch Messung der zu den Drehwinkeln 10°, 40°, 90°, 160° und 250° gehörenden Zeiten veranschaulicht.

Zur Messung der Winkelbeschleunigung α in Anhängigkeit der Parameter *M* und *J* wird jeweils die für eine Drehung um 90° benötigte Zeit $t(90°)$ gemessen. In diesem Fall gilt

$$\alpha = \frac{\pi}{t(90°)^2}$$

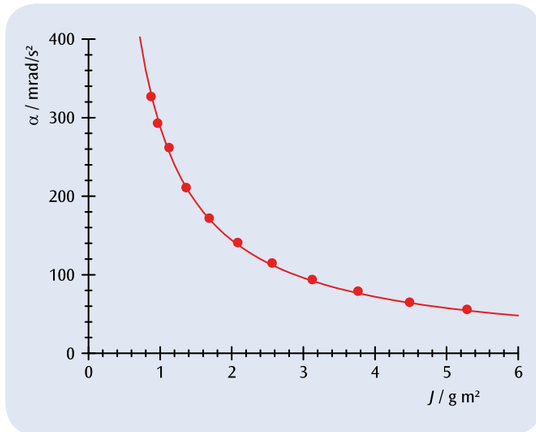

Abb. 3: Winkelbeschleunigung α in Abhängigkeit des Trägheitsmoments *J*.