

Mechanik Bestimmung des Trägheitsmomentes M2

Aufgabe: Bestimmen Sie das Trägheitsmoment eines Probekörpers mit Hilfe von Torsionsschwingungen bzw. Drehschwingungen

Vorüberlegungen:

1. Erläutern Sie den Begriff des Trägheitsmomentes!
2. Der Betrag des Trägheitsmomentes eines unregelmäßig geformten Körpers kann mit Hilfe von Torsionsschwingungen (Drehschwingungen) experimentell bestimmt werden. Das ist vorteilhaft, weil der zugehörige Aufbau des Experimentes sehr einfach ist und nur eine minimale Reibung auftritt. Man befestigt den zu untersuchenden Körper so an einem Draht, dass er Torsionsschwingungen ausführen kann. Die Schwingungsdauer T des Torsionsschwingers ist dann

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}}, \quad (1)$$

wobei J das Trägheitsmoment des schwingenden Körpers ist und das Direktionsmoment D eine von den Abmessungen und dem Material des Drahtes abhängige Konstante. Die analoge Größe bei einem horizontalen Federschwinger wäre die Federkonstante k .

Leiten Sie Gleichung (1) aus der entsprechenden Schwingungsdifferentialgleichung her!

3. Man muss D nicht unbedingt bestimmen, wenn man folgendermaßen vorgeht:
Am Probekörper werden zwei Zusatzkörper (Masse jeweils $\frac{m}{2}$) im gleichen Abstand r von der Drehachse angebracht. Sieht man die Zusatzmassen als Punktmassen an vergrößert sich das gesamte Trägheitsmoment um $J_z = mr^2$ auf $J+J_z$. Die zugehörige Schwingungsdauer T_z ist

$$T_z = 2\pi\sqrt{\frac{J+J_z}{D}} \quad (2)$$

Zeigen Sie dass dann für das Trägheitsmoment J des Probekörpers gilt:

$$J = mr^2 \frac{T^2}{T_z^2 - T^2}. \quad (3)$$

4. Erläutern Sie die Energieumwandlungen bei Torsionsschwingungen.!
5. Geben Sie zu den folgenden Größen der Translation die analogen Größen der Rotation an: Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Masse, kinetische Energie.

Versuchsdurchführung

1. Bauen Sie den Versuch auf!
2. Bestimmen Sie die Schwingungsdauer des Torsionsschwingers mit Probekörper aus mindestens 10 Schwingungen!
Wiederholen Sie die Messung mindestens 5 mal!
3. Bringen Sie die beiden Zusatzmassen im gleichen Abstand r_1 an und bestimmen Sie wie oben die Schwingungsdauer $T_{z,1}$!
4. Bringen Sie die beiden Zusatzmassen in einem anderen Abstand r_2 an und bestimmen Sie wie oben die Schwingungsdauer $T_{z,2}$!

Auswertung

1. Berechnen Sie jeweils das Trägheitsmoment des Probekörpers unter Verwendung der gemessenen Schwingungsdauern!
2. Vergleichen Sie die Werte von J und geben Sie Ursachen für die Abweichungen an!
3. Schätzen Sie die absoluten Fehler der Zusatzmassen, der Abstände r und der Schwingungsdauern!
4. Bestimmen Sie den relativen Fehler des Trägheitsmomentes mittels Fehlerfortpflanzung und geben Sie ihn in Prozent an!
5. Bestimmen Sie das Direktionsmoment D aus den Messergebnissen.

Literaturhinweise

1. Metzler-Physik S. 110, S. 72