

V101: Das Trägheitsmoment

Ramona Kallo

Evelyn Romanjuk

03.11.2017

Inhaltsverzeichnis

1 Zielsetzung	3
2 Theorie	3
3 Versuchsaufbau	4
4 Versuchsdurchführung	4
4.1 Bestimmung der Apparatekonstanten	4
4.2 Bestimmung des Trägheitsmoments zweier Körper	5
4.3 Bestimmung des Trägheitsmoments einer Holzpuppe	5
Literatur	5

1 Zielsetzung

Bei dem durchgeführten Versuch beschäftigen wir uns experimentell und theoretisch mit den Trägheitsmomenten unterschiedlicher Körper und versuchen mit den Ergebnissen die Richtigkeit des Steiner'schen Satz zu zeigen.

2 Theorie

Dreht sich ein Körper der Masse m um eine Drehachse durch seinen Schwerpunkt, so wirkt auf diesen Körper das Drehmoment M mit

$$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r}. \quad (1)$$

Ebenso wirkt ein Trägheitsmoment I , das bei mehreren Masselementen m_i mit

$$I = \sum_i r_i^2 \cdot m_i \quad (2)$$

gegeben ist, wobei r_i der Abstand der rotierenden punktförmigen Massen m_i zur Drehachse durch den Massenschwerpunkt ist. Für das Trägheitsmoment bei infinitesimalen Massen dm gilt

$$I = \int r_i^2 dm. \quad (3)$$

Mithilfe des Steinerschen Satzes kann das Trägheitsmoment eines Körpers der Masse m berechnet werden, wenn die Drehachse nicht durch den Massenschwerpunkt geht, sondern parallel um einen Abstand a verschoben ist:

$$I = I_s + m \cdot a^2. \quad (4)$$

Hierbei ist I_s das Trägheitsmoment des Körpers bei der Drehung um die Drehachse durch den Schwerpunkt.

Bei dem durchgeführten Versuch wurden Körper um einen Winkel φ ausgelenkt. Beim Loslassen wirkt das Drehmoment M dann als rücktreibende Kraft. Damit führt der Körper eine harmonische Schwingung mit einer Periodendauer T aus, wobei T mithilfe des Trägheitsmoments I und der Winkelrichtgröße D über

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}} \quad (5)$$

berechnet werden kann. Bei der statischen Methode kann bei bekanntem Drehmoment die Winkelrichtgröße D entweder über den Zusammenhang

$$M = D \cdot \varphi \quad (6)$$

bestimmt werden oder bei der dynamische Methode durch Messung der Periodendauer und Bestimmung des Trägheitsmoments mit Gleichung (5). Die Formel für die Trägheitsmomente verschiedener Körper sind in Abbildung 3 zu finden.

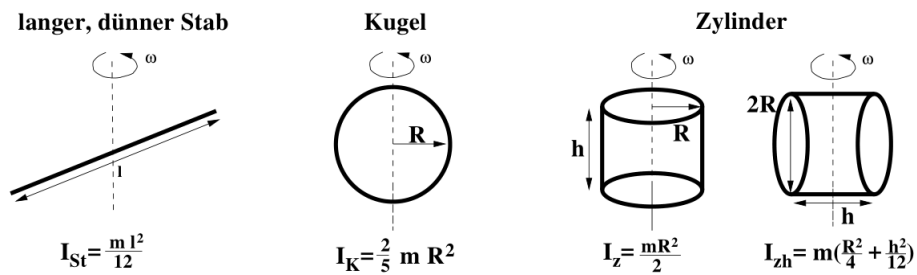


Abbildung 1: Trägheitsmomente verschiedener Körper.[1, S. 1]

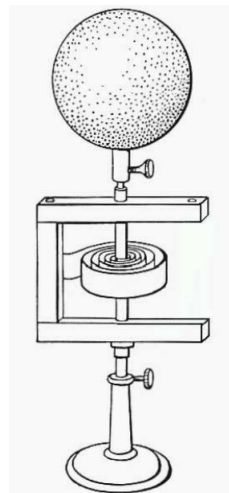


Abbildung 2: Der Versuchsaufbau.[1, S. 3]

3 Versuchsaufbau

Um in diesem Versuch das Trägheitsmoment eines Körpers zu berechnen, wird dieser auf einer drehbaren Achse befestigt, welche sich in einem Rahmen befindet. Diese Drillachse ist über eine Spiralfeder mit dem Rahmen verbunden, sodass die Körper ausgelenkt werden können. Um zu vermeiden, dass sich die Spiralfeder verformt, werden die Körper in der Versuchsdurchführung maximal um einen Winkel von 360° ausgelenkt.

4 Versuchsdurchführung

4.1 Bestimmung der Apparatkonstanten

Um später die Trägheitsmomente unterschiedlicher Körper berechnen zu können, müssen die Apparatkonstanten D und I_D bekannt sein. Zur Bestimmung der Winkelrichtgröße D wird eine annähernd masselose Stange auf der Drillachse befestigt. An dieser wird eine Federwaage in einem festen Abstand a zur Drehachse eingehängt und dann in mehreren

Messungen in unterschiedlichen Winkel ausgelenkt.

Für die Ermittlung von I_D nutzt man zwei identische Gewichte, die an jeweils einem Ende des Stabes befestigt werden. Der Stab mit den Gewichten wird um einen bestimmten Winkel ausgelenkt und losgelassen, sodass es in Schwingung gerät. Es wird die Periodendauer T einer Schwingung mithilfe einer Stoppuhr gemessen, wobei bei jeder Messung der Abstand der Gewichte zur Drehachse variiert wird.

4.2 Bestimmung des Trägheitsmoments zweier Körper

Statt der Stange wird nun ein Körper auf der Drillachse befestigt und mehrfach um einen festen Winkel ausgelenkt. Jedes Mal wird die Periodendauer T gemessen und notiert. Im Anschluss wird der Körper durch einen anderen ausgetauscht, mit dem auf dieselbe Weise verfahren wird wie zuvor.

4.3 Bestimmung des Trägheitsmoments einer Holzpuppe

Eine Holzpuppe wird auf der Drillachse befestigt und eine bestimmte Körperhaltung gebracht. So wie bei den beiden Körper zuvor wird die Holzpuppe nun in Schwingung gebracht, um ihre Periodendauer zu messen. Jenach verändert man die Körperhaltung der Puppe und wiederholt den Versuch bei gleichbleibenden Bedingungen.

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch M1: Das Trägheitsmoment*. 2017.