

Bei einer Parallelverschiebung der Drehachse aus dem Schwerpunkt vergrößert sich das Massenträgheitsmoment und man benutzt zu seiner Berechnung den STEINERschen Satz. Ist  $J_s$  das Massenträgheitsmoment eines Körpers für eine Schwerpunktachse (in bestimmter Orientierung),  $m$  die Masse des Körpers und  $a$  der Abstand der zum Schwerpunkt parallel verschobenen Drehachse, so berechnet sich das Massenträgheitsmoment dieser Anordnung nach:

$$\text{(STEINERscher Satz)} \quad J = J_s + m \cdot a^2. \quad (22)$$

**Anmerkung 2:** Bei der im Versuchsteil "Spiralfederschwinger" verwendeten hantelförmigen Anordnung berechnet sich das zusätzliche Massenträgheitsmoment  $J'$  beider Zylinder als Summe ihrer Massenträgheitsmomente unter Beachtung ihrer Anordnung auf dem Stab. Sie haben sie die gleichen Abmessungen und Massen. Ordnet man sie außerdem im gleichen Abstand zur Achse an, erhält man  $J'$  der beiden Zusatzzylinder, wenn man in die Formeln (20) und (22) die Gesamtmasse  $m = m_1 + m_2$  einsetzt

$$J' = J_s + ma^2 = m \left( \frac{1}{12} h^2 + \frac{1}{4} r^2 + a^2 \right). \quad (23)$$

### 3 Versuchsbeschreibung

#### 3.1 Spiralfederschwinger

Der Spiralfederschwinger besteht aus einem drehbar gelagerten Metallstab und einer Spiralfeder. Die Spiralfeder bewirkt die rücktreibende Kraft. Die Drehachse geht durch den Schwerpunkt des Stabes. Auf diesen können zur Veränderung des Massenträgheitsmomentes zusätzlich Metallzylinder angebracht werden. Die Schwingungsdauer  $T_0$  des Spiralfederschwingers (nur Metallstab) ist dreimal zu messen und zu mitteln. Um eine entsprechende Genauigkeit zu erreichen, soll dieser Wert aus der Dauer von jeweils 10 Schwingungen ermittelt werden. Die maximale Auslenkung des Drehpendels soll eine halbe Umdrehung nicht übersteigen.

Diese Messung wird mit zwei zusätzlich auf dem Stab angebrachten Zylinderstücken wiederholt. Die zusätzlichen Massen erhöhen das ursprüngliche Massenträgheitsmoment  $J$  des Spiralfederschwingers um  $J'$ . Dies bewirkt eine Veränderung der Schwingungsdauer. Man bestimme  $T_0'$  analog. Um Gleichung (23) verwenden zu können, sollen die beiden Zylinder im gleichen Abstand  $a$  zur Achse angeordnet werden. Die Abmessungen, Abstände und die Masse sind jeweils nur einmal zu bestimmen. Der Ablesefehler soll geschätzt werden.

Unter Verwendung von  $T_0$  und  $T_0'$  lassen sich die Winkelrichtgröße  $D$  und das Massenträgheitsmoment  $J$  des Spiralfederschwingers bestimmen.

#### 3.2 Torsionsdraht – Drehpendel

Der Versuchsaufbau besteht aus einem Draht und einer an ihm angebrachten Metallscheibe, an die eine weitere Metallscheibe angeschraubt werden kann.

Die Schwingungsdauer des Drehpendels  $T_0$  ist zehnmal aus je 20 Schwingungen zu ermitteln und anschließend zu mitteln. Um plastische Verformungen zu vermeiden, sind (insbesondere beim Kupferdraht) nur kleine Auslenkwinkel  $\varphi < 30^\circ$  zugelassen. Diese Messungen sind mit der angeschraubten Zusatzscheibe, die das Massenträgheitsmoment vergrößert, zu wiederholen. Man erhält  $T_0'$ . Da bei der Bestimmung der Länge und des Durchmessers des Drahtes sowie der Abmessungen und der Masse der Zusatzscheibe wiederum der Ablesefehler domi-