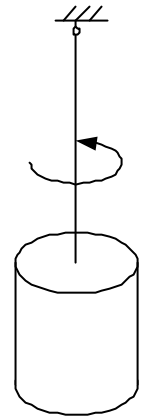


Bestimmung des Trägheitsmoments einer Rakete

Trägt man sich nicht mit der Absicht eine Rakete zu steuern, dann wird man sich auch nicht mit der Ermittlung des Trägheitsmomentes einer Rakete auseinandersetzen müssen. Will man aber z.B. die Rollbewegung der Rakete mittels eines Servos ausregeln, so muss man dazu neben dem Servo noch ein Gerät einsetzen, das den benötigten Ruderausschlag berechnet. Diese Berechnung ist notwendig, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass eine kurzzeitige Ansteuerung (wie lange?) des Servos die Rollbewegung vollständig eliminiert. Vielmehr wird es so sein, dass der Ruderausschlag entweder zu groß oder zu niedrig ausfällt. D.h. es Servo muss die Ruderstellung kontinuierlich anpassen. Die Vorgabe dazu liefert der Regler. Damit der Regler seine Aufgabe optimal ausführen kann, muss er für die jeweilige angepasst (parametriert) werden.

Für eine grobe Abschätzung dieser Parameter ist die Kenntnis der Trägheitsmomente von Vorteil, da mit ihnen die jeweiligen Zeitkonstanten der Bewegungsgleichungen (besser Rotationsgleichungen) bestimmt werden können.

Hängt man ein Gewicht an einem Faden auf und verdreht diesen Faden, dann wird sich eine gegenläufige Bewegung einstellen, die erst nach einer fast gleichen Verdrehung nach der anderen Seite zum Stillstand kommt. Die Bewegung endet erst dann, wenn die Reibung die Energie des Systems aufgebraucht hat. Das Gleiche kann man beobachten, wenn man eine Masse an einer Feder aufhängt und die Masse auslenkt. Wie bei der Federschwingung wird bei der Drehschwingung die Frequenz (ω) der Schwingung durch den Körper selbst oder genauer durch das Trägheitsmoment (J) des Körpers und durch die Materialkonstante (D) der Feder oder des Fadens bestimmt. Bei der Drehschwingung nennt sich diese Konstante Winkelrichtgröße oder Richtmoment.



Es gilt folgende Formel: $\omega = \sqrt{\frac{D}{J}}$

Kennt man das Trägheitsmoment eines bekannten Körpers, so lässt sich die Konstante D auf einfache Art und Weise ermitteln. Für einen Vollzylinder lässt sich das Trägheitsmoment um die Längsmasse wie folgt berechnen:

$$J = \frac{m}{2} r^2. \text{ Damit ergibt sich } D = \omega^2 \frac{m}{2} r^2.$$

Hängt man an dem gleichen Faden eine Rakete an deren Schwerpunkt auf, so kann man das Trägheitsmoment der Rakete um den Schwerpunkt wie folgt bestimmen:

$$J_{\text{Rakete}} = \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{Rakete}}} \right)^2 \frac{m}{2} r^2 = \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{Rakete}}} \right)^2 J_{\text{Probe}}$$

Wichtig ist, dass der verwendete Faden die gleiche Länge wie bei der Vergleichsmessung besitzt.