

## 2.2.4 Scheibe und Hantel auf Drillpendel

\*\*\*\*\*

### 1 Motivation

Bei Drehbewegungen ist das Maß für die Trägheit nicht durch die Masse, sondern durch das Trägheitsmoment gegeben.

### 2 Experiment a): Scheibe auf Drillpendel

Abb. 1 zeigt die experimentellen Anordnungen und Abb. 2 den Aufbau dieses Experiment.

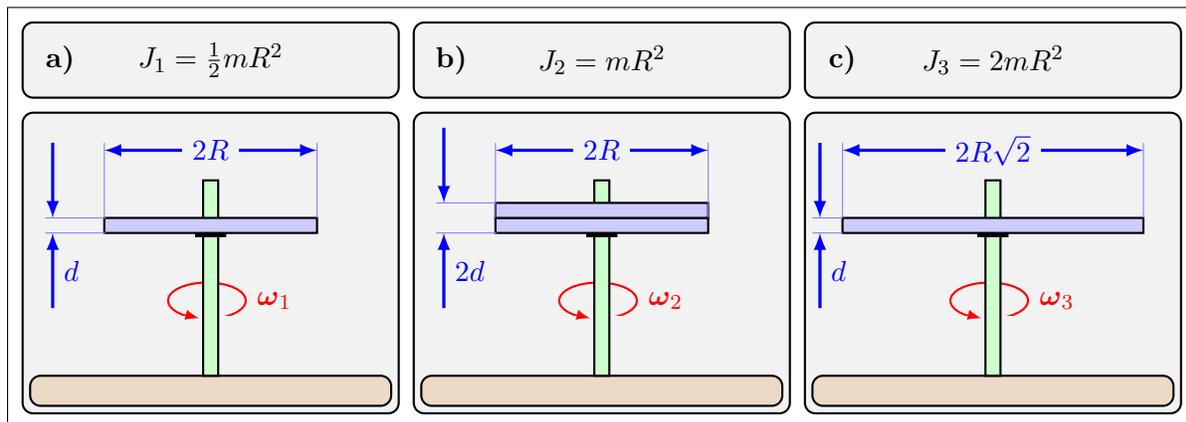


Abbildung 1: Scheibe auf Drillpendel ( $m =$  Masse einer kleinen Scheibe).

#### a) Eine kleine Scheibe

Man legt zunächst eine Scheibe der Masse  $m$  auf die senkrechte Achse auf und lenkt die Scheibe seitlich aus. Eine Spiralfeder (Richtmoment  $D$ ) erzeugt ein rückwirkendes Drehmoment, so dass die Scheibe nach dem Loslassen in Schwingung versetzt wird. Um eine ausreichende Genauigkeit zu erhalten, misst man zehn Perioden  $T$  der Schwingung.

$$J_1 \ddot{\varphi} + D\varphi = 0 \quad (1)$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{D}{J_1}} \quad \text{mit} \quad J_1 = \frac{1}{2}mR^2 \quad \text{und} \quad m = \frac{1}{2}\pi dR^2\rho \quad (2)$$

$$\Rightarrow T_1 = \pi R \sqrt{\frac{2m}{D}} \quad (3)$$

#### b) Zwei kleine Scheiben

Es ist

$$J_2 = mR^2 \quad (4)$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{D}{J_2}} \quad (5)$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{J_2}{J_1}} = \underline{\underline{\sqrt{2}}} \quad (6)$$

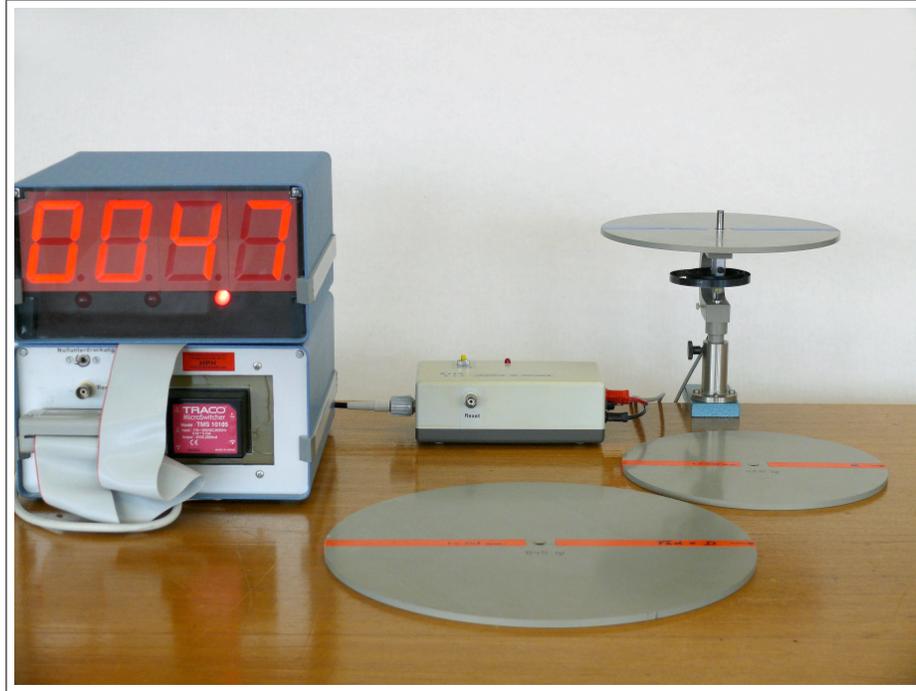


Abbildung 2: Versuchsaufbau Scheibe auf Drillpendel

c) **Eine grosse Scheibe**

Es ist

$$J_3 = \frac{1}{2}(2m)(R\sqrt{2})^2 = 2mR^2 \quad (7)$$

$$\Rightarrow \omega_3 = \sqrt{\frac{D}{J_3}} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \sqrt{\frac{J_2}{J_1}} = \underline{\underline{2}} \quad (8)$$

**Kommentar:** Die Massen in den Fällen **b)** und **c)** sind gleich gross, aber das Trägheitsmoment ist im Fall **c)** grösser und damit auch die Trägheit.

Zahlenwerte:

Dichte der Scheiben	$\rho =$	$2\,700 \text{ kg m}^{-3}$
Dicke der Scheiben	$d =$	$5 \text{ mm}$
Radius der kleinen Scheibe	$r =$	$100 \text{ mm}$
Masse der kleinen Scheibe	$m =$	$0,424 \text{ kg}$
Trägheitsmoment der kleinen Scheibe	$J_1 =$	$2,12 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$
Radius der grossen Scheibe	$r =$	$141 \text{ mm}$
Masse der grossen Scheibe	$m =$	$0,848 \text{ kg}$
Trägheitsmoment der grossen Scheibe	$J_1 =$	$8,48 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$

### 3 Experiment b): Hantel auf Drillpendel

Bei diesem Experiment ist auf der senkrechten Achse eine horizontale Hantel befestigt, an der zwei Scheiben gemäss Abb. 3 und 4 senkrecht angebracht werden.

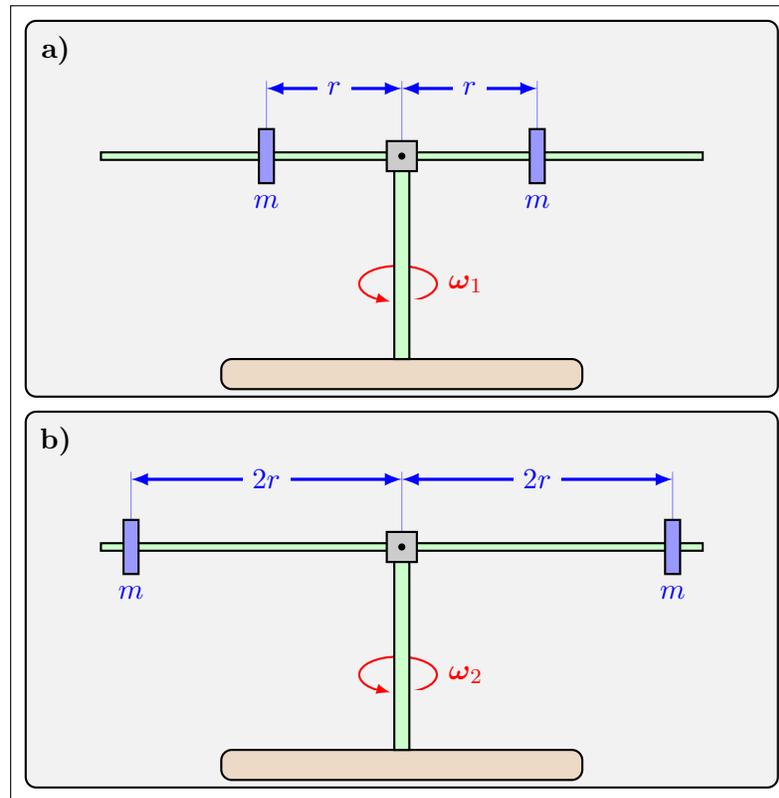


Abbildung 3: Hantel auf Drillpendel.

a) **Abstand  $r$**

Es gilt

$$J_1 \ddot{\varphi} + D\varphi = 0 \quad \text{mit} \quad J_1 = mr^2 \quad (9)$$

$$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{D}{J_1}} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (10)$$

b) **Abstand  $2r$**

In diesem Fall wird der Abstand der beiden Scheiben von der Achse verdoppelt:

$$J_2 \ddot{\varphi} + D\varphi = 0 \quad \text{mit} \quad J_2 = m(2r)^2 \quad (11)$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{D}{J_2}} = \frac{1}{2r} \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (12)$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \underline{2} \quad (13)$$

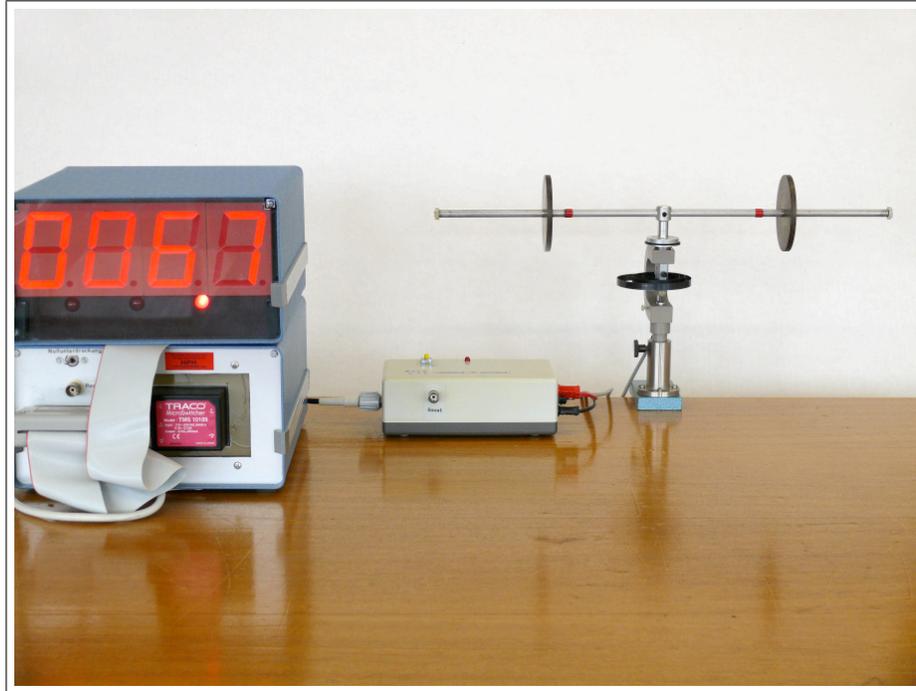


Abbildung 4: Versuchsaufbau Hantel auf Drillpendel

Zahlenwerte:

Durchmesser der Scheibe	$D = 40 \text{ mm}$
Dicke der Scheibe	$d = 10 \text{ mm}$
Masse der Scheibe	$m = 106 \text{ g}$