

Übung 5 Rotations-Mechanik Trägheitsmoment, Rotationsenergie, Drehimpuls

Lernziele

- das Trägheitsmoment eines einfacheren Körpers bestimmen können.
- wissen, dass sich die totale kinetische Energie eines starren Körpers aus der kinetischen Energie der Translation und der Rotationsenergie zusammensetzt.
- die Translations- und die Rotationsenergie eines einfacheren Körpers bestimmen können.
- verstehen, dass der Drehimpuls in einem abgeschlossenen System konstant ist.
- den Drehimpulserhaltungssatz in einer konkreten Problemstellung anwenden können.
- einen neuen Sachverhalt analysieren können.

Aufgaben

1. Metzler: 73/1, 73/2

2. Ein Voll- und ein Hohlzylinder mit derselben Masse m und demselben Radius r rollen mit der konstanten Geschwindigkeit v auf einer horizontalen Ebene.
 - a) Drücken Sie für beide Zylinder die kinetische Energie der Translation W_{transl} , die Rotationsenergie W_{rot} und die gesamte kinetische Energie W_{kin} durch m und v aus.
 - b) Bestimmen Sie für beide Zylinder den Anteil der kinetischen Energie der Translation W_{transl} und den Anteil der Rotationsenergie W_{rot} an der gesamten kinetischen Energie W_{kin} .

3. Ein Voll- und ein Hohlzylinder mit derselben Masse und demselben Radius rollen aus der Ruhe und aus derselben Höhe eine schiefe Ebene hinunter. Man beobachtet, dass der Vollzylinder als erster den Fuss der schiefen Ebene erreicht (vgl. Experiment im Unterricht).

Finden Sie aus den Ergebnissen der Aufgabe 2 eine Erklärung dafür, warum der Vollzylinder vor dem Hohlzylinder unten ankommt.

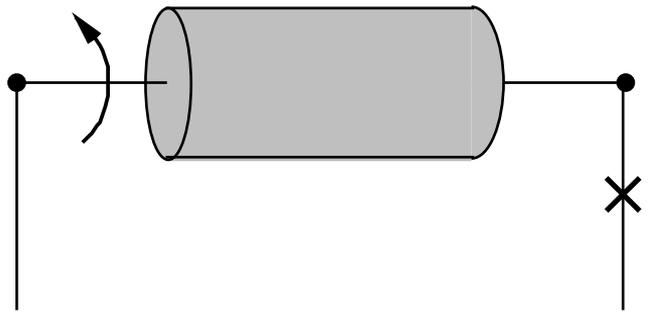
4. **Experiment: Drehschemel und Hantel**

Erleben Sie die Drehimpulserhaltung auf dem Drehschemel:
Nehmen Sie je eine Hantel in Ihre Hände, und setzen Sie sich auf den Drehschemel.
 - a) Versetzen Sie sich bei **gebeugten** Armen in Rotation.
Strecken Sie nun ihre Arme langsam aus.
Stellen Sie fest, dass Ihre Winkelgeschwindigkeit **abnimmt**.
 - b) Versetzen Sie sich bei **ausgestreckten** Armen in Rotation.
Beugen Sie nun ihre Arme langsam.
Stellen Sie fest, dass Ihre Winkelgeschwindigkeit **zunimmt**.

5. **Experiment: Rad**

Nehmen Sie das auf einer Achse montierte Rad zur Hand. Halten Sie es so, dass die Achse vorwärts in horizontaler Richtung von ihrem Körper wegzeigt.
Versetzen Sie nun das Rad in Drehung, so dass es sich von ihnen aus gesehen im **Uhrzeigersinn** dreht.
 - a) Gehen Sie nun mit dem rotierenden Rad in ihren Händen einige Schritte geradeaus, und machen Sie dann eine **Rechtskurve**. Wie verhält sich das Rad während der Rechtskurve?
 - b) Was für ein Verhalten zeigt das Rad bei gleichem Drehsinn in einer **Linkskurve**?

- c) Was für ein Verhalten zeigt das Rad bei einer Drehung im **Gegenuhreigersinn** in einer Rechts- bzw. Linkskurve?
- d) Finden Sie Erklärungen für die Phänomene, die Sie unter a) bis c) beobachtet haben. Überlegen Sie sich dabei, ob und wie sich der Drehimpuls des Rades während der Rechts- bzw. Linkskurve ändert. Ihre Erklärung sollte sich stichhaltig auf die im Unterricht behandelten theoretischen Betrachtungen zum Drehimpuls abstützen.
6. Eine Walze (z.B. eine Papierrolle in einer Druckerei) dreht sich um eine Achse, die ihrerseits auf zwei Stützen gelagert ist:



Plötzlich knickt die rechte Stütze ein.

Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, wie sich die Walze unmittelbar nach dem Einknicken der Stütze bewegt.

Lösungen

1. 73/1 $J < 20 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
73/2 $J = 0.05 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$

2.

	W_{transl}	W_{rot}	W_{kin}	$W_{\text{transl}} / W_{\text{kin}}$	$W_{\text{rot}} / W_{\text{kin}}$
Vollzylinder	$\frac{1}{2} mv^2$	$\frac{1}{4} mv^2$	$\frac{3}{4} mv^2$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
Hohlzylinder	$\frac{1}{2} mv^2$	$\frac{1}{2} mv^2$	mv^2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

3. ...

4. a) ...

b) ...

5. a) Das Rad wird nach unten gezogen.

b) Das Rad wird nach oben gezogen.

c) Rechtskurve: Das Rad wird nach oben gezogen.
Linkskurve: Das Rad wird nach unten gezogen.

d) Drehimpulsänderung

$$L = M \cdot t$$

d.h. L zeigt in die gleiche Richtung wie M

6. ...