

# Physik 1: Mechanik und Thermodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Wintersemester 2013/14,  
Dr. M. zur Nedden / Prof. Dr. S. Kowarik (VL),  
Dr. A. Nikiforov, A. Stasik, L. Pithan, M. Kerber und G. Hoffmann (UE)

## Übungsblatt 7

**Ausgabe: Do, 27. November 2014 in der Vorlesung oder online**

**Rückgabe: Do, 4. Dezember 2014 vor Beginn der Vorlesung, 11.15 h**

### Aufgabe 1: Bewegungsgleichung (35 %)

Ein Seil der Länge  $l$  und der Masse  $m$  liege auf einer rechtwinkligen Kante und rutsche über diese unter dem Einfluss der eigenen Schwerkraft ab. Die Reibung des waagrecht aufliegenden Seilstückes werde vernachlässigt. Wählen Sie die  $\hat{x}$ -Achse senkrecht nach unten in Richtung der Schwerkraft und setzen Sie den Ursprung an der Kante an.

1. Skizzieren Sie das Seil und tragen Sie alle Kräfte ein. Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf.

Hinweis: Die auf das Seil wirkende Schwerkraft ist proportional zum Teilstück der Länge  $x$ , welches über die Kante hängt.

2. Um die Bewegungsgleichung zu lösen machen sie den Ansatz  $x(t) \propto e^{\alpha t}$ . Zeigen Sie, dass dieser Ansatz die Bewegungsgleichung löst und bestimmen Sie  $\alpha$ . Wie lautet die allgemeine Lösung der homogenen Differentialgleichung?
3. Berücksichtigen Sie nun die Anfangsbedingungen  $x(0) = x_0$  und  $\dot{x}(0) = 0$  und bestimmen Sie daraus  $x(t)$  sowie  $\dot{x}(t)$ .

4. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Seiles bei dem Zeitpunkt  $t_e$ , bei dem das Seilende über die Kante rutscht.

Hinweis: Zur Zeit  $t_e$  befindet sich das Seilende an der Kante, also muss gelten  $x(t_e) = l$ .

### Aufgabe 2: Trägheitsmomente (25 %)

Berechnen Sie das Trägheitsmoment  $I$  für

1. eine Kugel mit Radius  $R$  und homogener Dichte  $\rho_0$  bei der Rotation um die Symmetrieachse entlang  $z$ ;
2. für die selbe Kugel mit der gleichen Rotationsachse wie oben, aber jetzt mit der nicht-konstanten Dichte  $\rho(x, y, z) = \rho_0 \frac{|z|}{R}$ .

Verwenden Sie zur Lösung des Problem es Kugelkoordinaten.

### Aufgabe 3: Fahrradfahren (40 %)

Ein Rad eines Fahrrades habe den Radius  $R = 30\text{ cm}$  und sei am Ende einer  $L = 30\text{ cm}$  langen Achse montiert. An der Felge und am Reifen greife zusammen eine Gewichtskraft von  $F_G = 36\text{ N}$  an. Das Rad drehe sich mit  $\omega = 10\text{ U/s}$  ( $U = \text{Umdrehungen}$ ) und die Achse werde dann in eine waagrechte Position gebracht, wobei ein Ende der Achse an einem Gelenk befestigt werde (siehe Abbildung).

1. Zeichnen Sie alle wirkenden Kräfte und Drehmomente in der Abbildung ein.
2. Wie groß ist der Drehimpuls der Radbewegung? Behandeln Sie das Rad dabei als einen Ring und nehmen Sie das Trägheitsmoment eines Hohlzylinders an.
3. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit der Präzession?
4. Wie lange dauert es, bis sich die Achse um  $360^\circ$  um das Gelenk gedreht hat?
5. Wie groß ist der Drehimpuls der Bewegung des Massenmittelpunktes, dh. der Präzession? In welche Richtung weist dieser Drehimpuls?

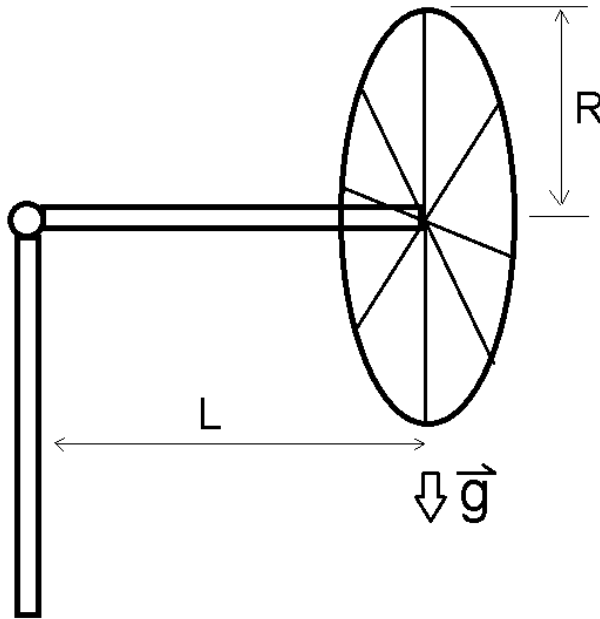


Abbildung 1: Zu Aufgabe 3: Rad des Fahrrades