

Vorlesung: Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD, Dr. Philipp Hövel  
 Übungen: Arash Azhand, Judith Lehnert, Ken Lichtner, Andrea Vüllings,  
 Samuel Brem, Zeynep Cetinkaya, Robert Kohlhaas

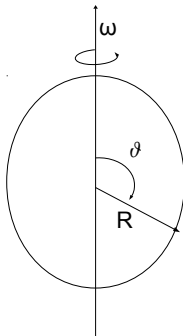
## 6. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

**Abgabe: Mi. 04.12.2013 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Zweier- oder Dreiergruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium (Tutor und Termin) an.

**Aufgabe 11 (10 Punkte):** Das Fliehkraftpendel mit Lagrange II (5+4+1 Punkte)

Wir betrachten hier wieder das Fliehkraftpendel aus Aufgabe 9 (jetzt mit Lagrange II): Ein Ring vom Radius  $R$  rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\dot{\varphi} = \omega$  um eine Achse parallel zum homogenen Schwerfeld der Erde. Auf dem Ring bewege sich reibungsfrei ein Massenpunkt der Masse  $m$ .



- (1) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Massenpunktes mit Hilfe der Lagrange-Gleichungen 2. Art auf. Das Ergebnis lautet:

$$\ddot{\vartheta} + \sin \vartheta \left( -\frac{g}{R} - \omega^2 \cos \vartheta \right) = 0.$$

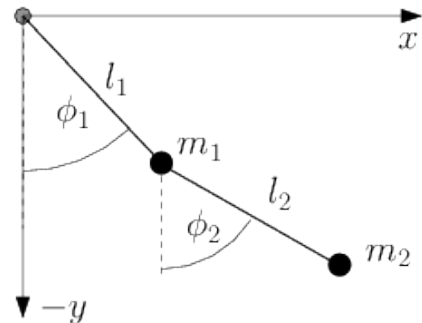
- (2) Bestimmen Sie die Gleichgewichtspunkte der Bewegung des Massenpunktes und untersuchen Sie deren Stabilität.
- (3) Lösen Sie die Differentialgleichung numerisch für die Werte  $m = 1\text{kg}$ ,  $R = 1\text{m}$ ,  $\omega = 10\text{s}^{-1}$  und die Anfangswerte **a)**  $\vartheta(0) = 1$ ,  $\dot{\vartheta}(0) = 0$  sowie **b)**  $\vartheta(0) = 0$ ,  $\dot{\vartheta}(0) = 1\text{s}^{-1}$ . Stellen Sie das Ergebnis graphisch dar.

Hinweis: Verwenden Sie dazu den Befehl `DSolve[ ]` unter Wolfram alpha (<http://www.wolframalpha.com>).

**Bitte Rückseite beachten! →**

**Aufgabe 12 (10 Punkte): Doppelpendel (3+5+2 Punkte)**

Das mathematische Doppelpendel besteht aus zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$ , die durch zwei masselose Stäbe untereinander und mit dem Aufhängepunkt verbunden sind. Es wirke die Gravitationskraft in Richtung  $-\mathbf{e}_y$ .



- (a) Stellen Sie die Lagrange-Funktion des Systems bezüglich der verallgemeinerten Koordinaten  $\phi_1$  und  $\phi_2$  auf.
- (b) Berechnen Sie die Euler-Lagrange-Gleichungen. Das Ergebnis lautet:

$$0 = \ddot{\phi}_1 + \frac{g}{l_1} \sin \phi_1 + \frac{m_2}{m_1 + m_2} \frac{l_2}{l_1} \left[ \cos(\phi_2 - \phi_1) \ddot{\phi}_2 + \sin(\phi_1 - \phi_2) \dot{\phi}_2^2 \right]$$

$$0 = \ddot{\phi}_2 + \frac{g}{l_2} \sin \phi_2 + \frac{l_1}{l_2} \left[ \ddot{\phi}_1 \cos(\phi_2 - \phi_1) - \sin(\phi_1 - \phi_2) \dot{\phi}_1^2 \right]$$

- (c) Vereinfachen Sie diese Bewegungsgleichungen für die Annahmen  $m_1 = m_2 = m$ ,  $l_1 = l_2 = l$  und kleine Auslenkungen.

<b>Vorlesung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dienstag 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 201.</li> <li>• Mittwoch 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 201.</li> </ul>
<b>Webseite:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter <a href="http://www.itp.tu-berlin.de/?mechanik13">http://www.itp.tu-berlin.de/?mechanik13</a></li> </ul>
<b>Scheinkriterien:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens 50% der Übungspunkte. (Abgabe in Dreiergruppen.)</li> <li>• Bestandene Klausur.</li> <li>• Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.</li> </ul>
<b>Klausur:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittwoch 12.02.2014, 8:00 Uhr s.t., ER 270.</li> <li>• Nachklausur: Dienstag 08.04.2014, 10:00 Uhr s.t., Raum wird noch bekannt gegeben</li> </ul>