

Prof. Dr. Andreas Knorr

Dr. Mohsen Kahdem, Arne Zantop, Robert Salzwedel, Isaac Tesfaye, Jonah Friederich, Lasse Ermoneit

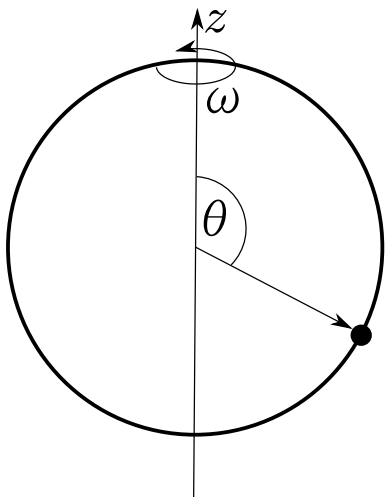
8. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik**Abgabe: Di. 18.12.2018 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte die Matrikelnummern auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen. **Sonst keine Bewertung!**

Aufgabe 18 (15 Punkte): Fliehkraftpendel

Ein Ring mit dem Durchmesser $D = 1,7$ m rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um eine Achse parallel zum homogenen Schwerfeld mit der Erdbeschleunigung $g = 9,8$ m/s². Auf dem Ring bewege sich reibungsfrei eine Perle der Masse $m = 20,5$ kg, die als Massepunkt angenommen wird.

- (a) Wählen Sie ein geeignetes Koordinatensystem mit dem Ursprung in der Mitte des Rings. Bestimmen Sie das Potenzial des homogenen Schwerfeldes in diesen Koordinaten. Achten Sie darauf, dass das Potenzial am untersten Punkt des Rings verschwinden soll und ansonsten positiv definit ist.
- (b) Formulieren und klassifizieren Sie die Zwangsbedingungen.
- (c) Stellen Sie die Lagrange-Gleichung 2. Art auf und klassifizieren sie diese Differentialgleichung.
- (d) Reduzieren Sie die Lagrange-Gleichung auf zwei Gleichungen 1. Ordnung der Form $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x})$ mit $\mathbf{x} = (x_1, x_2)^T = (q, \dot{q})^T$ und bestimmen Sie die stationären Lösungen \mathbf{x}_s , die die Gleichung $0 = \mathbf{f}(\mathbf{x}_s)$ erfüllen.
- (e) Tragen Sie die generalisierte Ortskoordinate der stationären Lösung q_s im Bereich $q \in [0, 2\pi]$ über den Parameter ω auf. Lesen Sie den Punkt, an dem sich die Lösungen verzweigen (den sog. Bifurkationspunkt) in Ihrem Graphen ab und geben Sie ihn in SI-Einheiten an.
- (f) Begründen Sie, warum es sich hierbei um eine Symmetriebrechung handelt.



8. Übung TPI WS18/19

Aufgabe 19 (5 Punkte): *Massepunkt im Gleichgewicht (Extremum unter Nebenbedingungen)*

Ein Massepunkt befinde sich im Schwerfeld der Erde $\vec{F} = -mg\vec{e}_z$. Zusätzlich sei das Teilchen an die Oberfläche einer Kugel mit Radius R gebunden, entsprechend der Nebenbedingung

$$(1) \quad g(\vec{r}) = x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0.$$

Ermitteln Sie das Gleichgewicht des Teilchens, indem Sie nach Extrema der potentiellen Energie U suchen. Verwenden Sie dazu die Lagrangsche Multiplikatormethode: Falls U bei \vec{r}_0 ein lokales Extremum unter der Nebenbedingung $g = 0$ hat, dann gilt:

$$(2) \quad \nabla U(\vec{r}_0) - \lambda \nabla g(\vec{r}_0) = 0, \quad \text{mit } \lambda \text{ eindeutig.}$$

1. Bestimmen Sie mithilfe von Gleichung (1) und (2) den Multiplikator λ und die Orte \vec{r}_0 der Gleichgewichtslagen.
2. Geben Sie die Zwangskraft \vec{Z} (D'Alembert-Prinzip) in den Gleichgewichtslagen an. Beschreiben Sie die Wirkung der Zwangskraft.
3. Zeigen Sie, dass Gleichung (2) dem kräftefreien Fall entspricht.

Prof. Dr. Andreas Knorr

Dr. Mohsen Kahdem, Arne Zantop, Robert Salzwedel, Isaac Tesfaye, Jonah Friederich, Lasse Ermoneit

Sprechzeiten:	Prof. Dr. Andreas Knorr	Di	13:00–14:00 Uhr	EW 742
	Dr S. Mohsen J. Khadem	Fr	15:00–16:00 Uhr	EW 266
	MSc. Arne Zantop	Do	11:00–12:00 Uhr	EW 701
	BSc. Robert Salzwedel	Mi	16:00–17:00 Uhr	EW 060
	BSc. Isaac Tesfaye	Fr	10:00–11:00 Uhr	EW 060
	BSc. Jonah Friederich	Mo	12:30–13:30 Uhr	EW 060
	BSc. Lasse Ermoneit	Di	13:00–14:00 Uhr	EW 060

- Vorlesung:**
- Dienstag 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 201.
 - Mittwoch 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 201.

- Webseite:**
- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter <http://www.itp.tu-berlin.de/?198787>

- Klausur:**
- Dienstag, den 05.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr im H1005.

- Nachklausur:**
- Dienstag, den 13.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr im EW 201.
 - Teilnahme nur bei Qualifikation in der Klausur oder Prüfungsunfähigkeit am Klausurtermin

- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
 - Bestandene Klausur.

Bemerkung: Bei den Übungsaufgaben werden nur dokumentenechte, handschriftliche Originale akzeptiert. Es werden keine Kopien oder elektronischen Abgaben akzeptiert.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

Alle Bücher stehen im Semesterapparat in der Physikbibliothek zur Verfügung.

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 1, Springer
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 2, Springer
- T. Fließbach, Mechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik I, Spektrum Akademischer Verlag
- W. Greiner, Theoretische Physik. Band 1 und 2, Verlag Harri Deutsch
- H. Goldstein, Klassische Mechanik
- H. Stephani, G. Kluge, Theoretische Mechanik: Grundlagen und Übungen, Spektrum Akademischer Verlag
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz und P. Ziesche, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1, Verlag Harri Deutsch.
- A. Sommerfeld, Vorlesungen über Theoretische Physik, Band I: Mechanik
- F. Kuypers, Klassische Mechanik: mit 103 Beispielen und 167 Aufgaben