

**11. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik**

**Termine:** **S** Abgabe bis Donnerstag, 16.01.2020, 12 Uhr im Briefkasten am ER-Eingang  
**M** Vorrechnen in den Tutorien Dienstag, 14.01. – Montag, 20.01.2020

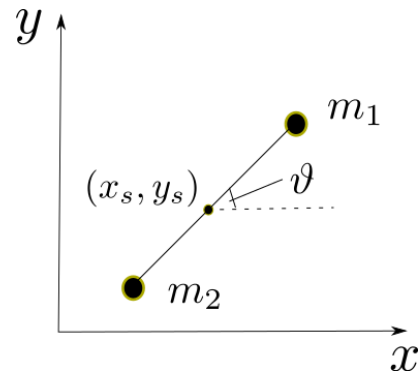
Bitte die Matrikelnummern **und mind. ein Tutor** auf dem Aufgabenzettel angeben.

**M Aufgabe 32 (4 Punkte): Hantel mit Reibung**

Zwei Punktmassen mit gleicher Masse  $m = m_1 = m_2$  sind durch eine masselose Stange der Länge  $l$  zu einer Hantel verbunden. Die Hantel bewegt sich frei in der  $xy$ -Ebene und unterliegt dabei Reibungskräften, die proportional zu den Geschwindigkeiten ihrer Massepunkte wirken

$$\mathbf{F}_i^{(R)} = -\gamma \dot{\mathbf{r}}_i \quad \text{mit} \quad i = 1, 2.$$

- Formulieren Sie die Zwangsbedingung  $\Phi(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ . Wählen Sie passende generalisierte Koordinaten  $q_k$  und formulieren Sie  $\mathbf{r}_i = \mathbf{r}_i(\{q_k\}, t)$ .
- Reibungskräfte sind nicht konservativ. Stellen Sie dazu die entsprechenden generalisierten Kräfte  $Q_j$  auf [Gl. (12.25) aus der Vorlesung].
- Stellen Sie die Lagrangeschen Gleichungen 2. Art auf [Gl. (12.26) aus der Vorlesung].
- Lösen Sie die Gleichungen aus (c) unter den Anfangsbedingungen:
  - Schwerpunkt :  $x_s(0) = y_s(0) = 0, \dot{x}_s(0) = v_x, \dot{y}_s(0) = v_y$
  - Winkel :  $\vartheta(0) = 0, \dot{\vartheta}(0) = \omega$

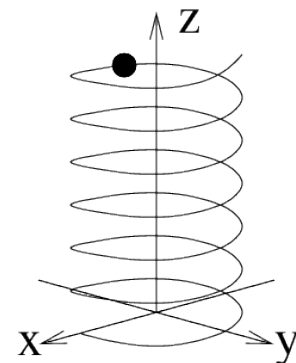


**S Aufgabe 33 (8 Punkte): Perle auf einer Helixbahn (2+3+5)**

Eine Perle der Masse  $m$  gleite unter Einwirkung der Schwerkraft  $\mathbf{F} = -mge_z$  reibungsfrei auf einer Schraubenlinie

$$\mathbf{r}(t) = \begin{pmatrix} R \cos \varphi(t) \\ R \sin \varphi(t) \\ \frac{b}{2\pi} \varphi(t) \end{pmatrix}$$

mit konstanter Ganghöhe  $b > 0$ , konstantem Radius  $R > 0$  und Polarwinkel  $\varphi(t)$  (siehe Skizze).



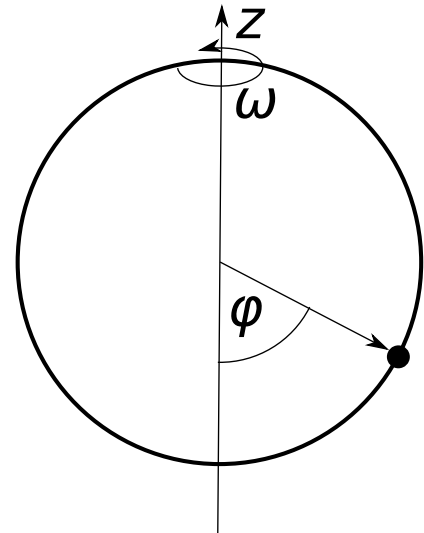
- Wählen Sie eine geeignete Koordinatenbasis und formulieren Sie alle Zwangsbedingungen  $\Phi^{(\nu)}(\mathbf{r})$  für die Koordinaten.
- Bestimmen Sie die Lagrangeschen Gleichungen 1. Art in den drei Komponenten bezüglich Ihrer gewählten Koordinatenbasis.
- Berechnen Sie die Zwangskräfte. *Hinweis:* Im Allgemeinen können wir *nicht* annehmen, dass die Lagrangeschen Multiplikatoren zeitlich konstant sind.

**Bitte Rückseite beachten! →**

11. Übung TP1 WiSe19/20

**S Aufgabe 34 (10 Punkte): Perle auf einem rotierendem Ring (3+3+4)**

Ein Ring mit dem Radius  $R$  rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um seine Symmetrieachse parallel zum homogenen Schwerfeld mit der Fallbeschleunigung  $g$ . Auf dem Ring bewege sich reibungsfrei eine Perle der Masse  $m$ , die als Massepunkt idealisiert wird. Die Position der Perle beschreiben wir durch den Winkel  $\varphi$  auf dem Ring (siehe Skizze).



Untersuchen Sie die Stabilität der *Fixpunkte* (stationäre Lösungen) aus der Vorlesung:

$$\varphi = 0, \quad \varphi = \pi, \quad \text{und} \quad \cos \varphi = \frac{g}{R\omega^2}.$$

Die entsprechende Bewegungsgleichung für  $\varphi$  lautet (siehe Vorlesung)

$$mR^2\ddot{\varphi} = mR^2\omega^2 \sin \varphi \cos \varphi - mgR \sin \varphi.$$

- Gehen Sie dazu wie in Aufgabe 26 vor: Entwickeln Sie die Bewegungsgleichung an den Fixpunkten für kleine Abweichungen  $\varepsilon(t)$  bis zur ersten Ordnung.
- Lösen Sie jeweils diese *linearisierten* Gleichungen (für alle Fixpunkte).
- In welchen Fällen finden Sie stabile Lösungen (Ruhe oder Oszillation) und in welchen instabile Lösungen (unbeschränktes Wachstum)?

**Vorlesung:**

- Dienstag 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201
- Mittwoch 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201

**Webseite:**

- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter <https://www.tu-berlin.de/?208078>

**Klausurkriterien:**

- mindestens 50 % der schriftlichen Übungspunkte **S** und
- mindestens 50 % der mündlichen Übungspunkte **M**

**Klausur:**

- Freitag, den 14.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr in H 0105

**Nachklausur:**

- Freitag, den 21.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr in EW 201
- Teilnahme nur durch Qualifikation in der Klausur oder Prüfungsunfähigkeit am Klausurtermin

**Scheinkriterium:**

- bestandene Klausur

Bemerkung: Die Übungsaufgaben werden nur als dokumentenechte, handschriftliche, gut lesbare Originale akzeptiert. Wir akzeptieren weder Kopien noch elektronische Abgaben. Aufgaben bitte in Gruppen von drei Personen einreichen.