

---

Übungen zur Theoretischen Mechanik  
Aufgabenblatt 9

---

**Aufgabe 9.1**

[Diese Aufgabe wird korrigiert und bewertet, Wert = 12 Punkte. Abgabe bis Do., 05.01.2017, vor der Vorlesung]

Ein hohler, unendlich dünner Stab rotiere waagrecht mit einer vorgegebenen (zeitabhängigen) Winkelgeschwindigkeit um den Ursprung. In dem Stab gleite reibungsfrei ein Massenpunkt.

- (i) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung für die Bewegung des Massenpunkts im Raum mit Hilfe des d'Alembertschen Prinzips.
- (ii) Lösen Sie die Differentialgleichung für den Fall konstanter Winkelgeschwindigkeit (verschieden von Null), wenn der Massenpunkt zur Zeit  $t = 0$  im Abstand  $r_0$  vom Ursprung auf dem Stab losgelassen wird.
- (iii) Welche anschauliche Bedeutung hat die auf den Massenpunkt wirkende Kraft? Gibt es Lösungen der Bewegungsgleichung, bei der sich der Massenpunkt nicht vom Ursprung entfernt, sondern sich dem Ursprung beliebig nähert? Wenn ja, was sind die entsprechenden Anfangsbedingungen? (Idealisieren Sie den Stab als unendliche Gerade.)

**Aufgabe 9.2**

[wird nicht korrigiert]

Ein Massenpunkt der Masse  $m$  bewege sich reibungsfrei auf der schiefen Ebene  $E(t)$ , die durch

$$E(t) = \{\vec{r} \in \mathbb{R}^3 : r_1 + ar_3 - \ell(t) = 0\}$$

gegeben ist, mit  $a > 0$  und  $\ell(t) \in \mathbb{R}$  einer vorgegebenen Funktion der Zeit  $t$ . Ein Gravitationsfeld zeige in die negative  $\vec{e}_3$ -Richtung. (Denken Sie etwa an die Windschutzscheibe eines Autos.) Was sind die virtuellen Verrückungen für diesen Fall? Stellen Sie mit Hilfe des d'Alembertschen Prinzips die Bewegungsgleichungen für die Bewegung des Massenpunkts auf. Bestimmen Sie die Lösung für  $\ell(t) = ct^3$ , wobei  $c > 0$  eine Konstante ist, mit den Anfangsbedingungen  $r_3(0) = 0$ ,  $r_2(0) = 0$ ,  $\dot{r}_1(0) = 0$ ,  $\dot{r}_2(0) = 0$ . Wie weit rutscht der Massenpunkt nach unten?

/...2

### Aufgabe 9.3

[wird nicht korrigiert]

Ein Massenpunkt der Masse  $m$  sei am Ende einer (idealisiert masselosen) Stange befestigt, die um ihren Aufhängepunkt am anderen Ende in der  $\vec{e}_1$ - $\vec{e}_3$ -Ebene rotieren kann. Die Länge der Stange, d.h. der Abstand des Massenpunkts zum Aufhängepunkt, sei eine zeitabhängige Funktion  $a(t)$ . Auf den Massenpunkt wirke die Schwerkraft  $-mg\vec{e}_3$ .

- (i) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung des Massenpunkts nach dem d'Alembertschen Prinzip und nach den Lagrange-Gleichungen 1. Art.
- (ii) Bestimmen Sie die auf den Massenpunkt wirkende Zwangskraft.

### Aufgabe A.1

[Klausurvorbereitung — wird nicht korrigiert]

Beantworten Sie die folgenden Fragen möglichst knapp und treffend. Verwenden Sie Formeln und Skizzen, wenn dies der Erklärung dient oder in der Aufgabenstellung verlangt wird. Erklären Sie die Symbole, die Sie verwenden. Vermeiden Sie zu lange Antworttexte (nicht mehr als eine Seite pro Frage).

- (i) Erläutern Sie das Prinzip "Actio = Reactio", d.h. das 3. Newtonsche Gesetz, und geben Sie Beispiele für Situationen, wo das Prinzip Anwendung findet.
- (ii) Was ist eine Galilei-Transformation? Wodurch ist Sie gekennzeichnet? In welchem Zusammenhang stehen Galilei-Transformationen und Inertialsysteme?
- (iii) Geben Sie die bei gegeneinander rotierenden Bezugssystemen auftretenden Scheinkräfte an (in Formeln) und beschreiben Sie deren Bedeutung, etwa an Anhand von Beispielen.
- (iv) Geben Sie die Erhaltungssätze an, die für ein abgeschlossenes Mehrteilchensystem mit konservativen, zentralen 2-Teilchen-Kräften gelten.