

## Klassische Theoretische Physik II SoSe 2023

Prof. Dr. A. Shnirman  
Dr. A. Pavlov, A. ReichBlatt 1  
Abgabe 28.04.2023, Besprechung 02.05.2023

## 1. Pendel mit bewegter Aufhängung

(8 Punkte)

Wir betrachten ein Pendel mit einer bewegten Aufhängung (Abb. 1), dessen Bewegung auf zwei Dimensionen beschränkt ist. Die zeitabhängige Position der Aufhängung ist durch die Funktion  $x_s(t)$  gegeben (gezwungen).

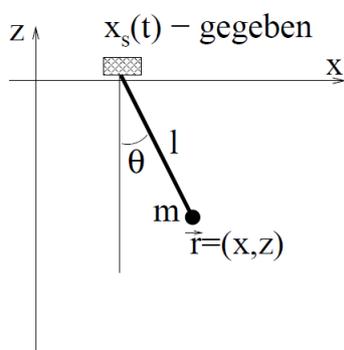


Abbildung 1: Das Pendel.

- Bestimmen Sie die Zwangsbedingung für die Koordinaten des Pendels  $x$  und  $z$ . Schreiben Sie die Lagrange-Gleichungen erster Art erst in kartesischen und dann in Zylinderkoordinaten (in der  $x$ - $z$ -Ebene). (2 Punkte)
- Eliminieren Sie die Zwangskraft und leiten Sie die Bewegungsgleichung für den Winkel  $\theta$  her. Sie dürfen dabei  $\theta \ll 1$  annehmen. Finden Sie dann die Bahnkurve für den Fall, dass  $x_s(t) = x_0 \sin(\omega t)$ . (3 Punkte)
- Finden Sie jetzt für  $x_s(t) = x_0 \sin(\omega t)$  die Zwangskraft, die auf das Pendel wirkt. (3 Punkte)

## 2. Hängendes Seil

(8 Punkte)

Finden Sie die Form  $z(x)$  eines hängenden Seils (Abb. 2). Zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  wirkt auf das Seil nur die Schwerkraft. Die Dichte des Seils ist homogen. Der Abstand zwischen  $A$  und  $B$  ist  $l$  und die Länge des Seiles ist  $L > l$ .

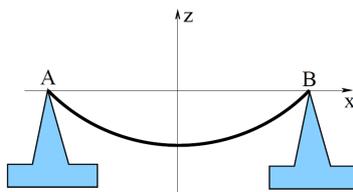


Abbildung 2: Das hängende Seil.

- a) Betrachten Sie die Kräfte, die auf einen kleinen Teil des Seils wirken. Leiten Sie daraus die Differentialgleichung für  $g(x) = \frac{dz}{dx}$  her. Lösen Sie schließlich diese Differentialgleichung, um die allgemeine Form von  $z(x)$  zu erhalten. (4 Punkte)
- b) Bestimmen Sie die freien Parameter, die in der allgemeinen Form von  $z(x)$  verblieben sind, durch die Längen  $l$  und  $L$ . (4 Punkte)

### 3. Stange gleitet Wand hinab

(4 Punkte)

Eine Masse  $m$  ist genau in der Mitte einer masselosen Stange der Länge  $2a$  fest angebracht. Dieses Gebilde lehnt reibungsfrei an einer Wand und gleitet wegen der Gravitationskraft, die auf  $m$  wirkt, an ihr herab. Die Stange berührt zu jeder Zeit die Wand (Abb. 3).

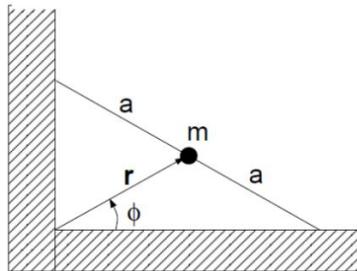


Abbildung 3: Die Stange.

- a) Formulieren Sie die Zwangsbedingungen. (1 Punkt)
- b) Berechnen Sie die auftretende Zwangskraft. (3 Punkte)