

21. **Invarianz**

Zeigen Sie, dass die Newton'sche Bewegungsgleichung invariant unter Galilei-Transformation ist. Im Allgemeinen sieht eine Galilei-Transformation wie folgt aus:

$$\begin{aligned} \mathbf{r} &\rightarrow \mathbf{a} + \mathbf{b}t + \mathbf{R} \mathbf{r} && \text{(korrigiert)} \\ t &\rightarrow t + t_0 \end{aligned}$$

wobei \mathbf{a} , \mathbf{b} , t_0 und die Rotationsmatrix \mathbf{R} konstant sind.

22. **Seiltänzer**

Seiltänzer Enrico hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und wagt sich dennoch auf's Seil. Er begibt sich in die Mitte des gespannten Seils (das ob seines Gewichts schon sehr stark vorgespannt wurde) und beginnt darauf zu springen. Das Seil wirkt wie eine harmonische Feder mit der Federkonstanten k reißt jedoch bei einer aufgenommenen Energie E_m . Enrico ist nachlässig und hat deshalb kein Sicherheitsnetz über dem Betonboden gespannt.

Bestimmen sie das Potential in dem sich Enrico bewegt, insb. wenn er's mit dem Springen übertreibt und das Seil reißt. Bestimmen sie das Phasenraumportrait, insb. die jeweiligen Bahntypen (Parabel, Hyperbel, ...).

Was ist der physikalische unterschied zwischen Enrico und einem (gleich schweren) Gummiball?

23. **Schlitten-Pendel**

An einem auf einer Schiene (x -Achse) reibungsfrei gleitenden Schlitten der Masse m_1 hängt, an einem masselosen Seil, eine Masse m_2 (die y -Achse sei die Höhe über dem Boden).

Stellen sie für die 4 generalisierten Koordinaten x_1 (x -Position des Schlittens), y_1 (Höhe des Schlittens $\rightarrow 0$), r und φ (Position der pendelnden Masse m_2 in Polarkoordinaten) die Lagrangegleichungen 1. Art auf und zeigen Sie, daß der Zusammenhang der Zwangskräfte $Z_{\text{Schiene}} = m_1 g + Z_{\text{Seil}} \cos \varphi$ gilt. Diskutieren Sie die jeweiligen Größen und Zusammenhänge.

24. **Flug zur Venus**

Eine Raumsonde soll möglichst billig (d.h. mit möglichst wenig Treibstoff) von der Erde zur Umlaufbahn der Venus gebracht werden. Wie?

Vernachlässigen Sie die Gravitation der Planeten - nur die Sonne wirkt auf die Sonde. Nehmen sie kreisförmige Planetenbahnen an.

Hinweis: Wenig Treibstoff bedeutet hier geringe Abschussgeschwindigkeit der Sonde relativ zur Erde. Lässt man die Sonde einfach aus bleibt sie auf der Erdumlaufbahn (so man die Erde vernachlässigt). Es ist also der Geschwindigkeitsvektor der Sonde relativ zur Erde beim Abschuss zu finden.