Institut für Theoretische Physik
Universität zu Köln

Prof. Dr. A. Rosch
J. Müller

TP I (Mechanik) — Blatt 1

http://www.thp.uni-koeln.de/~jmueller/tp1-ws1617.html *Winter 2016/2017*

Abgabe: *Freitag, 28. Oktober 2016, 12:00 Uhr*

Bitte beachten Sie: Dienstag, 01.11.2016, ist ein Feiertag, d.h. es findet keine Übung statt. Die Besprechung der Aufgaben erfolgt dann in der Übung am 08.11.2016.

1. Galilei-Transformationen (4 Punkte)

Eine Galilei-Transformation $\hat{G}_i = \hat{G}(\hat{D}_i, \vec{r}_i, \vec{v}_i, t_i)$ überführt die Orts- und Zeitvariablen wie folgt:

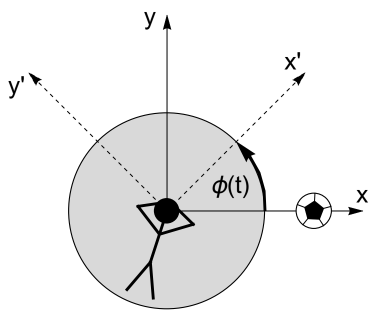
$$\hat{G}_i : \quad (\vec{r}, t) \to (\vec{r}\,', t') = (\hat{D}_i\vec{r} + \vec{r}_i + \vec{v}_i t, t + t_i). \tag{1}$$

Dabei bezeichnet $\hat{D}_i$ eine Drehung im $\mathbb{R}^3$, $\vec{r}_i$ und t_i sind konstante Verschiebungen in Ort und Zeit und die Verschiebung in ein gleichförmig bewegtes Bezugssystem ist $\vec{v}_i$.

a) Überzeugen Sie sich von der Gruppeneigenschaft der Galilei-Transformationen. Zeigen Sie dazu, dass zwei nacheinander ausgeführte Transformationen $\hat{G}_1$ und $\hat{G}_2$ durch eine einzige Transformation $\hat{G}_3$ dargestellt werden können. Hierfür dürfen Sie benutzen, dass zwei nacheinander ausgeführte Drehungen wieder eine Drehung ergeben, d.h. $\hat{D}_2\hat{D}_1 = \hat{D}_3$.

b) Zeigen Sie, dass das 2. Newtonsche Axiom, $\vec{F} = m\vec{a}$, bei Anwesenheit von Reibung, $\vec{F}_R = -\gamma\vec{v}$, nicht mehr invariant unter Galilei-Transformationen ist.

2. Rotierende Bezugssysteme (6 Punkte)



Betrachten Sie, wie in der Skizze dargestellt, folgende alltägliche Situation: Nachdem Sie bis tief in die Nacht für die Vorlesung zur Theoretischen Physik gelernt haben, sind Sie auf der Drehscheibe auf dem Spielplatz des Klettenbergparks eingeschlafen. Als Sie am nächsten Morgen aufwachen, dreht sich die Scheibe noch reibungsfrei mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi/T$, wobei T die Dauer einer vollen Umdrehung ist. Sie starren gebannt in den Himmel und genießen das Schauspiel um sich herum.

a) Ein wenig entfernt liegt ein Ball im ruhenden Koordinatensystem (x, y) auf der Position $\vec{r}_0 = (x_0, y_0) = (1, 0)$. Wie lauten die Koordinaten des Balls $\vec{r}_0\,'(t)$ in Ihrem mit $\dot{\phi}(t) = \omega$ rotierenden Koordinatensystem (x', y')?

b) Plötzlich kommt ein Kind angelaufen und tritt den Ball weg, der daraufhin (reibungsfrei) für die Zeit $t_0 = 3T$ entlang der y-Richtung fliegt, d.h. durch die Kurve $\vec{r}_1(t) = (1, t)$, $0 \leq t \leq 3T$, im ruhenden System beschrieben wird. Berechnen Sie auch hier die Koordinaten $\vec{r}_1\,'(t)$ im rotierenden Koordinatensystem (x', y').

c) Skizzieren Sie die beiden Kurven $\vec{r}_0{}'(t)$ und $\vec{r}_1{}'(t)$, die der Ball im rotierenden Koordinatensystem beschreibt.

d) Sie erinnern sich an das gelernte vom Vorabend: Laut 2. Newtonschen Axiom müsste diese seltsame Bewegung von einer Kraft $\vec{F}_i{}'(t) = m\vec{a}_i{}'(t) = m\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}\vec{r}_i{}'(t)$ stammen. Berechnen Sie die Kräfte vor und nach dem Tritt, $\vec{F}_0{}'(t)$ und $\vec{F}_1{}'(t)$.