



Übung 1 zur Vorlesung Theoretische Physik I (BoAS) im WS 2009/10

Michael Karbach (<http://www.karbach.org> \wedge michael@karbach.org)

Abgabe: 20.10.08

Besprechung: 22.10.08

Win Nuding (nuding@physik.uni-wuppertal.de)

G.16.04

Gunar Ernis (ernis@physik.uni-wuppertal.de)

D.??.??

Dominic Nawrath (nawrath@physik.uni-wuppertal.de)

D.09.01

1. VEKTORANALYSIS (6)

Der Ortsvektor eines Teilchens sei durch

$$\vec{r}(t) \doteq \begin{pmatrix} R \cdot (t/T) \cdot \cos(\omega t + \phi) \\ R \cdot (t/T) \cdot \sin(\omega t + \phi) \\ V \cdot t \end{pmatrix}$$

gegeben. Dabei seien R, V, T, ω, ϕ konstant.

- Berechne die Geschwindigkeit $\vec{v} \equiv \dot{\vec{r}}(t)$ des Teilchens.
- Berechne die Beschleunigung $\vec{a} \equiv \ddot{\vec{r}}(t)$ des Teilchens.
- Skizziere die Bahnkurve in der x - y -Ebene für den speziellen Fall: $R = 1, T = 1, V = 2, \omega = \pi$ und $\phi = \pi/2$ im Bereich $t \in [0, 4]$.

2. GALILEI-TRANSFORMATION (6)

Betrachte zwei unabhängige Galilei-Transformationen der Form:

$$\begin{pmatrix} t \\ \vec{r} \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} t' \\ \vec{r}' \end{pmatrix} \doteq \begin{pmatrix} t + s \\ \mathbf{R} \circ \vec{r} + t \cdot \vec{v} + \vec{x} \end{pmatrix} \equiv \mathbb{G}_{\mathbf{R}, \vec{v}, \vec{x}}^s \circ \begin{pmatrix} t \\ \vec{r} \end{pmatrix}, \quad s \in \mathbb{R}, \mathbf{R} \in SO(3), \vec{v}, \vec{x} \in \mathbb{R}^3$$

und zeige, dass die Menge aller Galilei-Transformationen eine Gruppe bildet.

3. KUGELKOORDINATEN (8)

Sei $\vec{r} = (x_1, x_2, x_3)$ durch Kugelkoordinaten $(r = |\vec{r}|, \theta, \phi)$ folgendermaßen ausgedrückt

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = r \begin{pmatrix} \sin \theta \cos \phi \\ \sin \theta \sin \phi \\ \cos \theta \end{pmatrix}, \quad \begin{array}{l} 0 < r < \infty \\ 0 \leq \theta < \pi \\ 0 \leq \phi < 2\pi \end{array}$$

- Man zeige, dass die Einheitsvektoren

$$\begin{aligned} \vec{e}_r &\doteq \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} \right|^{-1} \frac{\partial \vec{r}}{\partial r} \\ \vec{e}_\theta &\doteq \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial \theta} \right|^{-1} \frac{\partial \vec{r}}{\partial \theta} \\ \vec{e}_\phi &\doteq \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial \phi} \right|^{-1} \frac{\partial \vec{r}}{\partial \phi} \end{aligned}$$

ein orthogonales Rechtssystem bilden.

- Man berechne das Linienelement $d\vec{r}$.
- Berechne $\vec{r}, \dot{\vec{r}}$ und $\ddot{\vec{r}}$ ausgedrückt durch Kugelkoordinaten, als Kombination der Einheitsvektoren $\vec{e}_r, \vec{e}_\theta$ und \vec{e}_ϕ .