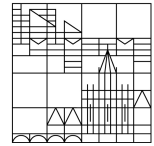


# Physik I – Integrierter Kurs

Prof. G. Burkard, Prof. T. Dekorsy, Dr. Cs. Péterfalvi

Universität  
Konstanz



## Übungsblatt Nr. 4, WS 15/16

Abgabe am 23.11.2015 in der Vorlesung

Besprechung am 25.11.2015 in der Übung

### Aufgabe 1 (schriftlich): Begleitendes Dreibein

Wir betrachten eine durchbohrte Kugel aufgefädelt auf einer Drahtbahn, die durch eine vertikal ausgerichtete Schraubenlinie beschrieben ist. Die Kugel gleitet reibungslos und ihre Bewegung können wir wie folgt beschreiben:

$$\vec{r}(t) = \left[ R \sin(At^2), R \cos(At^2), \frac{1}{2}at^2 \right], \quad \text{wobei } A = \frac{\sin(2\vartheta)g}{4R}, \quad a = (\sin(\vartheta))^2g$$

und  $R$ ,  $\vartheta$  und  $g$  Konstanten sind.

- Berechnen Sie zunächst die Bogenlänge  $s(t)$  dieser Schraubenlinie. Berechnen Sie anschließend mit Hilfe von  $s$  das begleitende Dreibein, d.h., ermitteln Sie den Tangentialvektor  $\vec{t}(s)$ , den Normalenvektor  $\vec{n}(s)$  und den Binormalenvektor  $\vec{b}(s)$  der Kurve.
- Bestimmen Sie den Krümmungsradius  $\rho$  und diskutieren Sie den Unterschied zur Kreisbewegung.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $\vec{v}(t)$  und die Beschleunigung  $\vec{a}(t)$  in kartesischen Koordinaten. Drücken Sie dann sowohl  $\vec{v}(t)$  als auch  $\vec{a}(t)$  in Basisvektoren der Zylinderkoordinaten aus. (7 Punkte)

### Aufgabe 2 (schriftlich): Differentiation eines Kreuzprodukts

Gegeben sind die Vektoren  $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$  und  $\vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$ . Zeigen Sie komponentenweise, dass folgende Beziehung gilt:

$$\frac{d}{dt}(\vec{a} \times \vec{b}) = \left( \frac{d\vec{a}}{dt} \times \vec{b} \right) + \left( \vec{a} \times \frac{d\vec{b}}{dt} \right).$$

(3 Punkte)

### Aufgabe 3 : Koordinatensysteme

Die GPS-Koordinaten der Uni-Konstanz sind  $47^\circ 41,8'N$  und  $9^\circ 11,8' E$  und sie liegt 430 m über dem Meer. Wie sehen die Komponenten in sphärischen, zylindrischen und kartesischen Koordinatensystemen aus? Die Erde wird als Kugel angenommen und hat einen Radius von 6368 km.