

Prof. Dr. Holger Stark, Josua Grawitter, Maximilian Seyrich
Lasse Ermoneit, Philip Knospe, Isaak Mengesha und Philipp Stammer

1. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

Termine: **S** Abgabe bis Donnerstag, 24.10.2019, 12 Uhr im Briefkasten am ER-Eingang
M Vorrechnen in den Tutorien Dienstag, 22.10. – Montag, 28.10.2019

ACHTUNG: MOSES-Anmeldung bis 16.10.2019, 18 Uhr!

<https://moseskonto.tu-berlin.de/>

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden auch Punkte auf Kommentare zum Vorgehen vergeben. Bitte die Matrikelnummern auf dem Aufgabenzettel angeben. Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

S Aufgabe 1 (20 Punkte): Helixbahn (schriftlich) (1+2+3+2+3+2+2+3+2 Punkte)

Ein Massepunkt bewege sich beschleunigt auf einer Schraubenlinie (Helix),

$$\mathbf{r}(t) = R_0 \cos(\alpha t^2) \mathbf{e}_x + R_0 \sin(\alpha t^2) \mathbf{e}_y + b t^2 \mathbf{e}_z$$

wobei $R_0, b, \alpha = \text{const.}$ und $\{\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z\}$ die kartesische Basis ist.

- Welche physikalische Bedeutung haben die Konstanten R_0 , α und b ?
- Geben Sie die Bahnkurve in Zylinderkoordinaten $\rho(t), \varphi(t), z(t)$ an.
Zur Erinnerung: $\mathbf{r}(t) = \rho(t) \mathbf{e}_\rho(\varphi(t)) + z(t) \mathbf{e}_z$.
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $\mathbf{v}(t)$ und die Beschleunigung $\mathbf{a}(t)$.
- Berechnen Sie die in der Zeit t zurückgelegte Weglänge

$$s(t) = \int_0^t |\mathbf{v}(t')| dt'$$

und drücken Sie \mathbf{r} als Funktion von s aus. Wie lang ist der zurückgelegte Weg nach einem vollen Umlauf auf der Schraubenlinie?

- Berechnen Sie die in der Vorlesung eingeführten Tangenten-, Normalen- und Binormaleneinheitsvektoren $\hat{\mathbf{t}}$, $\hat{\mathbf{n}}$ und $\hat{\mathbf{b}}$, die das *begleitende Dreibein* bilden.
- Wie lauten die Tangential- und die Normalbeschleunigung?

Zur Erinnerung: Krümmung κ und Torsion τ sind gegeben durch

$$\kappa(s) = \hat{\mathbf{n}}(s) \cdot \frac{d}{ds} \hat{\mathbf{t}}(s) \qquad \tau(s) = -\hat{\mathbf{n}}(s) \cdot \frac{d}{ds} \hat{\mathbf{b}}(s) \quad .$$

- Wie groß ist der Krümmungsradius R bzw. die Krümmung $\kappa = 1/R$ der Helixbahn?
- Bestimmen Sie die Torsion der Helix und zeigen Sie, dass für den Helixradius

$$R_0 = \frac{\kappa}{\kappa^2 + \tau^2}$$

gilt.

- Wir betrachten nun eine Kreisbahn ($b = 0$). Bestimmen Sie Krümmung κ und Torsion τ .

Bitte Rückseite beachten! →

1. Übung TP1 WiSe19/20

M Aufgabe 2 (2 Punkte): Kinematik (mündlich)

Ergänzen Sie die leeren Felder für Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung.

	Ort	Geschwindigkeit	Beschleunigung	Anfangsbedingungen
(a)	$s(t) = L \sin \Omega t$			$s(0) = 0$
		$\dot{r}(t) = v_0 + a_1 t$		$r(0) = r_0$
			$\ddot{x}(t) = a_0$	$x(0) = \dot{x}(0) = 0$

	Ort	Geschwindigkeit	Beschl.	Anfangsbedingungen
(b)		$\dot{y}(t) = u_0 e^{\omega t}$		$y(t_0) = \frac{u_0}{\omega}$
	$y(t) = \frac{r_0}{\sqrt{t-t_1}} \cos[\omega^2(t^2 - t_0^2)]$			$y(t_0) = \frac{r_0}{\sqrt{t_0-t_1}}$

M Aufgabe 3 (2 Punkte): Bahnen in Kugelkoordinaten (mündlich)

In der Basis der Kugelkoordinaten $\{e_r, e_\varphi, e_\vartheta\}$ lautet der Ortsvektor einer Bahnlinie

$$\mathbf{r}(t) = r(t) \mathbf{e}_r(\varphi(t), \vartheta(t))$$

- (a) Berechnen Sie formal die Geschwindigkeit $\mathbf{v}(t) = \dot{\mathbf{r}}(t)$ in der Basis der Kugelkoordinaten.
- (b) Berechnen Sie formal die Beschleunigung $\mathbf{a}(t) = \dot{\mathbf{v}}(t)$ in der Basis der Kugelkoordinaten.
Hinweis: Beachten Sie, dass $\partial_\varphi e_\varphi = -(\sin \vartheta e_r + \cos \vartheta e_\vartheta)$.

Vorlesung:

- Dienstag 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201
- Mittwoch 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201

Webseite:

- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter <https://www.tu-berlin.de/?208078>

Klausurkriterien:

- mindestens 50 % der schriftlichen Übungspunkte **S** und
- mindestens 50 % der mündlichen Übungspunkte **M**

Klausur:

- Freitag, den 14.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr in H 0105

Nachklausur:

- Freitag, den 21.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr in EW 201
- Teilnahme nur durch Qualifikation in der Klausur oder Prüfungsunfähigkeit am Klausurtermin

Scheinkriterium:

- bestandene Klausur

Bemerkung: Die Übungsaufgaben werden nur als dokumentenechte, handschriftliche, gut lesbare Originale akzeptiert. Wir akzeptieren weder Kopien noch elektronische Abgaben. Aufgaben bitte in Gruppen von drei Personen einreichen.