

Prof. Holger Stark,
 Stefan Fruhner, Niels Majer, Maximilian Schmitt, Andreas Zöttl,
 Christian Fräßdorf, Wassilij Kopylov, Benjamin Regler, Emely Wiegand

1. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

Abgabe: Di. 25.10.2011 bis 8:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Zweiergruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium (Tutor und Termin) an. Kreuzen Sie am Beginn des Tutoriums die mündlichen Aufgaben an, die Sie bearbeitet haben und an der Tafel vorrechnen können.

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),

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

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

- (a) Welche physikalische Bedeutung haben die Konstanten R_0, α und b ?
- (b) Geben Sie die Bahnkurve in Zylinderkoordinaten $\rho(t), \varphi(t), z(t)$ an.
- (c) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $\underline{v}(t)$ und die Beschleunigung $\underline{a}(t)$.
- (d) Berechnen Sie die in der Zeit t zurückgelegte Weglänge

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

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

- (e) Berechnen Sie die Tangenten-, Normalen- und Binormalen-Einheitsvektoren $\hat{\underline{t}}, \hat{\underline{n}}$ und $\hat{\underline{b}}$, die das begleitende Dreibein bilden.
- (f) Wie lautet die Tangential- und Zentripetalbeschleunigung?
- (g) Wie groß ist der Krümmungsradius R bzw. die Krümmung $\kappa = 1/R$ der Helixbahn?
- (h) Die Torsion $\tau(s)$ einer Kurve ist gegeben durch

$$\tau(s) = -\hat{\underline{n}}(s) \cdot \frac{d}{ds} \hat{\underline{b}}(s).$$

Bestimmen Sie die Torsion der Helix und zeigen Sie, dass für den Helixradius

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

gilt.

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

1. Übung TPI WS11

Aufgabe (2): Kinematik (mündlich)

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

	Ort	Geschwindigkeit	Beschleunigung	Anfangsbedingungen
a)	$s(t) = L \sin \Omega t$			$s(0) = 0$
		$\dot{r}(t) = v_0 + a_1 t$		$r(0) = r_0$
			$\ddot{x}(t) = a_0$	$x(0) = \dot{x}(0) = 0$
		$\dot{y}(t) = u_0 e^{\omega t}$		$y(t_0) = \frac{u_0}{\omega}$

	Ort	Geschwindigkeit	Beschleunigung	Anfangsbedingungen
b)	$y(t) = \frac{r_0}{\sqrt{t-t_1}} \cos\{\omega^2(t^2 - t_0^2)\}$			$y(t_0) = \frac{r_0}{\sqrt{t_0-t_1}}$
		$\dot{\varphi}(t) = \varphi(t)$		$\varphi(0) = 1$
			$\ddot{x}(t) = -\lambda^2 x(t)$	$x(0) = L, \dot{x}(0) = -\frac{v_0}{\lambda^2}$

Aufgabe (3): Nabla Operator (mündlich)

Berechnen Sie folgende Ausdrücke in kartesischen **und** in Kugelkoordinaten:

(a) $\nabla r^{-2},$
 $\nabla f(r)$

(b) $\nabla \cdot \underline{r},$
 $\nabla \times \underline{r},$

wobei $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Hinweis: Verwenden Sie die Formeln für Divergenz und Rotation in Kugelkoordinaten (siehe mathematische Methoden).

Vorlesung:	DI und MI jeweils um 8:30 Uhr – 10:00 Uhr in EW 201.				
Scheinkriterien:	Mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte. Mindestens 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt. Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien. Bestandene Klausur.				
Sprechzeiten:	Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
	Prof. Holger Stark	FR	11:30–12:30 Uhr	EW 709	29623
	Stefan Fruhner	FR	14:30–15:30 Uhr	EW 627/28	27681
	Niels Majer	DO	13:00–14:00 Uhr	ER 240	29052
	Max Schmitt	DO	10:00–11:00 Uhr	EW 708	25225
	Andreas Zöttl	MI	11:00–12:00 Uhr	EW 702	24253
	Christian Fräbdford	DI	15:00–16:00 Uhr	EW 060	26143
	Wassilij Kopylov	XX	X:X–X:X Uhr	EW 060	26143
	Benjamin Regler	MO	13:00–14:00 Uhr	EW 060	26143
	Emely Wiegand	XX	X:X–X:X Uhr	EW 060	26143
Aktuelle Informationen werden auf der Webseite bekannt gegeben: http://www.tu-berlin.de/?109406					