

1. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

Abgabe: Mi. 1. November 2017 vor der Vorlesung im Hörsaal EW 201

Bei der Bepunktung wird Wert gelegt auf **ausführliche Zwischenschritte und Kommentare** zur Lösungsstrategie. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium an! Elektronische, gedruckte oder kopierte Abgaben (Ausnahme Numerikaufgaben) sind nicht zugelassen.

Aufgabe 1 (4 Punkte): Inertialsysteme

Σ und $\bar{\Sigma}$ seien zwei relativ zueinander bewegte kartesische Koordinatensysteme mit parallelen Achsen. Die Position eines Teilchens werde zu einer beliebigen Zeit t in Σ durch

$$\mathbf{r}(t) = (\alpha_1 t^2 - 2\alpha_2 t)\mathbf{e}_1 - 3\alpha_3 t^3 \mathbf{e}_2 + 3\alpha_4 \mathbf{e}_3 \quad (1)$$

und in $\bar{\Sigma}$ durch

$$\bar{\mathbf{r}}(t) = \alpha_1 t^2 \mathbf{e}_1 - (3\alpha_3 t^3 - 11\alpha_5)\mathbf{e}_2 + 4\alpha_6 t \mathbf{e}_3 \quad (2)$$

beschrieben.

1. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich $\bar{\Sigma}$ relativ zu Σ ?
2. Welche Beschleunigung erfährt das Teilchen in Σ und $\bar{\Sigma}$?
3. Was ist ein Inertialsystem? Σ sei ein Inertialsystem, ist dann auch $\bar{\Sigma}$ ein Inertialsystem?

Aufgabe 2 (8 Punkte): Erhaltungsgrößen: Bewegung auf einer Parabel

Gegeben ist ein Kraft der Form $F(\mathbf{r}) = -\frac{a\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|^3}$.

1. Zeigen Sie, dass die Kraft konservativ ist.
2. Berechnen Sie das zugehörige Potential über das Wegstreckenintegral.
3. Eine Bahnkurve (Parabel) parametrisiert durch η in diesem System ist gegeben durch $x = \frac{p}{2}(1 - \eta^2)$, $y = p\eta$ und $t = \sqrt{\frac{mp^3}{a}} \frac{\eta}{2} (1 + \frac{\eta^2}{3})$. Berechnen Sie die kinetische Energie parametrisiert durch η .
4. Berechnen Sie außerdem die potentielle Energie auf der Bahnkurve.
5. Berechnen Sie die Summe aus potentieller und kinetischer Energie auf der Bahnkurve. Interpretieren Sie das Ergebnis.
6. Zeigen Sie, dass der Drehimpuls auf der Bahnkurve eine Erhaltungsgröße ist. Was folgt daraus für das Drehmoment?

Aufgabe 3 (3 Punkte): *Zylinderkoordinaten*

Die Zylinderkoordinaten ϱ, φ, z eines Punktes mit den kartesischen Koordinaten $\mathbf{r} = (x, y, z)^T = x \mathbf{e}_x + y \mathbf{e}_y + z \mathbf{e}_z$ werden durch folgenden Transformation eingeführt:

$$x = \varrho \cos \varphi, \quad y = \varrho \sin \varphi. \quad (3)$$

- (a) Berechnen Sie die Einheitsvektoren $\mathbf{e}_\varrho, \mathbf{e}_\varphi$ und \mathbf{e}_z der Zylinderkoordinaten und drücken Sie \mathbf{r} durch diese Einheitsvektoren aus.
- (b) Betrachten Sie einen Massenpunkt der Masse m , welcher sich auf einer Bahnkurve $\mathbf{r}(t)$ bewegt und berechnen Sie den Impuls $\mathbf{p}(t)$ in Zylinderkoordinaten, d.h. $\mathbf{p} = p_\varrho \mathbf{e}_\varrho + p_\varphi \mathbf{e}_\varphi + p_z \mathbf{e}_z$.

Hinweis: Im Allgemeinen ist $p_\varphi \neq 0$ und interpretieren Sie das Ergebnis.

Vorlesung: Di. um 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201,
Do. um 8:15 Uhr – 9:45 Uhr in EW 201.

Übungen: Die Tutorien beginnen in der zweiten Vorlesungswoche. Die Tutorieneinteilung, Punkteverteilung und Scheinvergabe erfolgt über das Mosessystem. Der Anmeldezeitraum geht bis Mittwoch, den 18. Oktober 2017 18:00. Benötigt wird ein tubIT-Account.

Klausur- und Scheinkriterien:

Die Klausur findet am Dienstag, den 06.02.2018, im Raum H 0104 von 8:00-10:00 Uhr s.t. statt. Zulassungskriterien für die Klausur sind 50% der Punkte aus den Übungsaufgaben dieses Semesters, einmal erfolgreich vorgerechnet und eine aktive Teilnahme in den Tutorien. Scheinkriterium ist die bestandene Klausur bzw. Nachklausur.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 1, Springer
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 2, Springer
- F. A. Scheck: Mechanik. Springer
- Herbert Goldstein, Charles P. Poole, Jr. und John L. Safko, Klassische Mechanik, Wiley, Weinheim 2006
- Lev D. Landau und Evgenij M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik Band I: Mechanik, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/ Main 1997
- T. Fließbach, Mechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik I, Spektrum Akademischer Verlag
- Walter Greiner, Klassische Mechanik I/II, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/ Main 2003
- Arnold Sommerfeld, Vorlesung über Theoretische Physik, Band I: Mechanik, Harri Deutsch, Frankfurt/ Main 1994
- Rainer J. Jelitto, Mechanik I + II - Eine Einführung in die mathematische Naturbeschreibung, Aula-Verlag
- G. Joos, Lehrbuch der Theoretischen Physik, 15. Auflage, Aula-Verlag, 1989
- R. Douglas Gregory, Classical Mechanics, Cambridge University Press, Cambridge 2006