

Prof. Dr. Andreas Knorr

Dr. Mohsen Kahdem, Arne Zantop, Robert Salzwedel, Isaac Tesfaye, Jonah Friederich, Lasse Ermoneit

5. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik**Abgabe: Di. 27.11.2018 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte die Matrikelnummern auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen. **Sonst keine Bewertung!**

Aufgabe 11 (6 Punkte): Relativistische Raumfahrt

Ein Raumfahrer programmiert sein Raumschiff auf eine Beschleunigungsphase von 2,35 Jahren, gemessen in Eigenzeit, und einer Beschleunigung g , sodass er dauerhaft sein Erdgewicht mg spürt (m sei die Masse des Raumfahrers, $g = 10\text{m/s}^2$). Danach wird der Schub auf $-g$ umgekehrt, sodass das Raumschiff nach weiteren 2,35 Jahren zum Stillstand kommt. Danach kehrt das Raumschiff mit dem gleichen Ablauf zur Erde zurück.

- (a) Um wie viel älter ist der auf der Erde gebliebene Zwilling Bruder des Raumfahrers bei ihrem Wiedersehen?
- (b) Wie weit war das Raumschiff von der Erde entfernt?

Aufgabe 12 (8 Punkte): Satellitenkommunikation

Im Umlauf um die Erde (Masse M , Radius R) bewege sich ein Satellit mit der Masse m , wobei er eine Kreisbahn mit dem Radius r_0 beschreibt. Es gilt das Gravitationspotential

$$V(r) = -\frac{GMm}{r} = m\varphi(r),$$

wobei G die Gravitationskonstante beschreibt.

- (a) Leiten Sie den Zeitunterschied $t_S/t_\infty = 1 + \delta$ durch die relativistische Dilatation zwischen der Uhr des Satelliten t_S und einer Uhr t_∞ , die im Unendlichen ruht, her. Bestimmen Sie diese dabei nur in der niedrigsten Ordnung von v/c und drücken Sie dabei δ durch $\varphi(r_0)$ aus.
- (b) Durch das Gravitationsfeld wird der Unterschied zusätzlich wie folgt beeinflusst:

$$\frac{t_S}{t_\infty} = 1 + \delta + \frac{\varphi(r_0)}{c^2}.$$

Berücksichtigen Sie nun noch eine Uhr t_L in einem Labor auf der Erde, wobei Sie die Erdrotation vernachlässigen können. Wie groß ist die relative Zeitverschiebung $(t_L - t_S)/t_L$ zwischen Labor und Satellit als Funktion von r_0/R ? (berücksichtigen Sie $\varphi/c^2 \ll 1$.) Vergleichen Sie den Effekt für einen erdnahen und einen geostationären Orbit.

Aufgabe 13 (6 Punkte): Im Orbit um ein schwarzes Loch

Ein Asteroid bewege sich frei, mit der asymptotischen Geschwindigkeit $v_\infty = c/\sqrt{2}$ und dem Stoßparameter $b = 4r_S$, auf ein schwarzes Loch der Masse M zu. Berechnen Sie mit der Formel für das effektive Potential V_{eff} aus der Vorlesung vom 31.10. (ART-Energiesatz), ob der Asteroid ins Zentrum fällt.

5. Übung TPI WS18/19

Sprechzeiten:	Prof. Dr. Andreas Knorr	Di	13:00–14:00 Uhr	EW 742
	Dr S. Mohsen J. Khadem	Fr	15:00–16:00 Uhr	EW 266
	MSc. Arne Zantop	Do	11:00–12:00 Uhr	EW 701
	BSc. Robert Salzwedel	Mi	16:00–17:00 Uhr	EW 060
	BSc. Isaac Tesfaye	Fr	10:00–11:00 Uhr	EW 060
	BSc. Jonah Friederich	Mo	12:30–13:30 Uhr	EW 060
	BSc. Lasse Ermoneit	Di	13:00–14:00 Uhr	EW 060

- Vorlesung:**
- Dienstag 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 201.
 - Mittwoch 8:15 Uhr – 9:45 Uhr im EW 201.

- Webseite:**
- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter <http://www.itp.tu-berlin.de/?198787>

- Klausur:**
- Dienstag, den 05.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr im H1005.

- Nachklausur:**
- Dienstag, den 13.02.2019, von 08:00 – 10:00 Uhr im EW 201.
 - Teilnahme nur bei Qualifikation in der Klausur oder Prüfungsunfähigkeit am Klausurtermin

- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
 - Bestandene Klausur.

Bemerkung: Bei den Übungsaufgaben werden nur dokumentenechte, handschriftliche Originale akzeptiert. Es werden keine Kopien oder elektronischen Abgaben akzeptiert.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

Alle Bücher stehen im Semesterapparat in der Physikbibliothek zur Verfügung.

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 1, Springer
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 2, Springer
- T. Fließbach, Mechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik I, Spektrum Akademischer Verlag
- W. Greiner, Theoretische Physik. Band 1 und 2, Verlag Harri Deutsch
- H. Goldstein, Klassische Mechanik
- H. Stephani, G. Kluge, Theoretische Mechanik: Grundlagen und Übungen, Spektrum Akademischer Verlag
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz und P. Ziesche, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. 1, Verlag Harri Deutsch.
- A. Sommerfeld, Vorlesungen über Theoretische Physik, Band I: Mechanik
- F. Kuypers, Klassische Mechanik: mit 103 Beispielen und 167 Aufgaben