

### 3. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

**Abgabe: Mi. 15. 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 (10 Punkte): Himmelsmechanik: Kegelschnitte**

Ein Körper der Masse  $m$  im Sonnensystem habe die Energie  $E$ . Wir berücksichtigen nur die Gravitationskraft der Sonne, dann ist die Energieerhaltung gegeben durch:  $\frac{m}{2}\dot{r}^2 + \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{Gmm_s}{r} = E$ .

1. Zeigen Sie mit Hilfe der Variablentransformation  $s = \frac{1}{r}$ , dass sich aus dieser Gleichung eine Differentialgleichung für  $s$  in Abhängigkeit von  $\phi$  ergibt, die durch  $s(\phi) = \frac{1}{k}(1 + \epsilon \cos\phi)$  mit  $k = \frac{L^2}{Gm_s m^2}$ ,  $\epsilon > 0$  gelöst wird.
2. Eine Parabel besteht aus der Menge aller Punkte, die von einem Brennpunkt  $F$  und einer Leitlinie  $l$  den gleichen Abstand besitzen. Zeigen Sie, dass dies dem Fall  $\epsilon = 1$  entspricht.
3. Eine Hyperbel ist die Menge aller Punkte, für die die Differenz der Abstände zu zwei festen Punkten  $F_1$  und  $F_2$  konstant ist. Welchem Wert von  $\epsilon$  entspricht dieser Fall?

#### **Aufgabe 2 (6 Punkte): Runge-Lenz-Vektor**

Der Vektor  $\mathbf{A} = \mathbf{v} \times \mathbf{L} + V(\mathbf{r})\mathbf{r}$  ist eine Verallgemeinerung für das Zentralpotential  $V(\mathbf{r})$  des Runge-Lenz Vektors.

1. Man zeige, dass für ein Potential  $V(\mathbf{r}) = -\frac{\alpha}{|\mathbf{r}|}$ ,  $\alpha > 0$  (Coulomb- bzw. Gravitationspotential) der Runge-Lenz-Vektor eine Erhaltungsgröße ist.
2. Man berechne für  $V(\mathbf{r}) = -\frac{\alpha}{|\mathbf{r}|}$  das Skalarprodukt  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{A}$  und drücke das Ergebnis durch  $\alpha$ , die Gesamtenergie  $E$ , die Masse  $m$  und den Drehimpuls  $\mathbf{L}$  aus.

#### **Aufgabe 3 (2 Punkte): Kurvenintegral**

Berechnen Sie für das Vektorfeld  $\mathbf{a}(\mathbf{r}) = y(x^2 + y^2)\mathbf{e}_x - x(x^2 + y^2)\mathbf{e}_y + xyz\mathbf{e}_z$  das Kurvenintegral  $\oint \mathbf{a}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r}$  längs des in der  $xy$ -Ebene liegenden Kreises um den Koordinatenursprung mit dem Radius  $R$ . Erleichtern Sie sich die Arbeit und verwenden Sie Zylinderkoordinaten!

**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