

Prof. Dr. Harald Engel

Jan Totz, Maria Zeitz, Manuel Katzer, Willy Knorr, Ché Netzer, Philip Knospe

**7. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik****Abgabe: Bis Mo. 12.12.2016 10:00 im Briefkasten am Hintereingang des ER-Gebäudes***Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden sehr ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Deckblatt von der Homepage verwenden! Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen.***Aufgabe 18 (6 Punkte): Legendre Transformation**Berechnen Sie die Legendre-Transformierten  $g(u)$  folgender Funktionen  $f(x)$  mit  $a, b \in \mathbb{R}$ . Wenden Sie außerdem die Rücktransformation an, um die Korrektheit Ihres Ergebnisses zu verifizieren.

i)  $f(x) = ax$

ii)  $f(x) = e^{ax}$

iii)  $f(x) = a(x - b)^2$

iv)  $f(x) = \frac{x^a}{a}$

**Aufgabe 19 (7 Punkte): Poisson-Klammern**

Zeigen Sie die folgenden Eigenschaften der Poisson-Klammer:

i)  $\{F, G\} = -\{G, F\}$

ii)  $\{F, F\} = 0$

iii)  $\{F, GH\} = G\{F, H\} + \{F, G\}H$

iv)  $\{F, \{G, H\}\} + \{G, \{H, F\}\} + \{H, \{F, G\}\} = 0,$

wobei  $F = F(\mathbf{q}, \mathbf{p}, t)$ ,  $G = G(\mathbf{q}, \mathbf{p}, t)$  und  $H = H(\mathbf{q}, \mathbf{p}, t)$  beliebige, stetig differenzierbare Funktionen der verallgemeinerten Koordinaten  $\mathbf{q}$ , der verallgemeinerten Impulse  $\mathbf{p}$  und der Zeit  $t$  sind.**Aufgabe 20 (7 Punkte): Kepler-Problem**Betrachten Sie zwei Massenpunkte mit Massen  $m \ll M$  unter gegenseitiger Gravitationswechselwirkung. Der Abstand zwischen beiden Punktmassen sei  $r$ .

1. Wie lautet die Lagrangefunktion für die Bewegung der Masse  $m$  im Gravitationsfeld der größeren Masse  $M$ ?
2. Bestimmen Sie alle Erhaltungsgrößen.
3. Stellen Sie die Hamilton-Funktion auf und bestimmen Sie daraus die Hamilton'schen Bewegungsgleichungen.

**Bitte Rückseite beachten! →**

7. Übung WS16/17

**Bonusaufgabe 21 (5 Zusatzpunkte):** *Bonus: Lagrange-Dichte der Maxwellgleichungen*

Leiten Sie ausgehend von der Lagrange-Dichte

$$\mathcal{L} = \frac{\varepsilon_0}{2} \underline{E}^2 - \frac{1}{2\mu_0} \underline{B}^2 - \rho\Phi + \underline{j} \cdot \underline{A}$$

die aus der Elektrodynamik bekannten Maxwellgleichungen her. Die Funktionen  $\rho = \rho(\underline{r}, t)$  und  $\underline{j} = \underline{j}(\underline{r}, t)$  stellen Ladungs- und Stromdichte dar.

Tipp: Verwenden Sie die Potenzialgleichungen

$$\underline{E} = -\underline{\nabla}\Phi - \partial_t \underline{A}$$

$$\underline{B} = \underline{\nabla} \times \underline{A}.$$

**Vorlesung:**

- Dienstag 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 202.
- Mittwoch 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 202.

**Webseite:**

- Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der TU Webseite mit Direktzugang: 176875

**Scheinkriterien:**

- Mindestens 50% der Übungspunkte.
- Bestandene Klausur.

Bemerkung: Bei den Übungsaufgaben werden nur Originalabgaben akzeptiert. Keine Kopien oder elektronischen Abgaben. Bei Programmieraufgaben ist verwendeter Code ausgedruckt mit abzugeben.