

## 10. Übungsblatt zur Theoretischen Physik I

**Abgabe: Freitag 7. Juli 2006** bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Die Rückgabe der Korrekturen des 10. Übungsblatts findet am Montag (10. Juli) in den Tutorien statt. Diese werden als Sprechstunden in den gewohnten Räumen (PN 184 bzw. PN 114) angeboten.

**Klausurtermin: Dienstag, 11. Juli 2006, ab 12:00 im PN 203**

Der Aushang der Ergebnisse erfolgt am Mittwochabend am Brett im 7. Stock und in der Datenbank. Gleichzeitig wird der Termin einer Nachklausur im Internet bekannt gegeben oder ggf. die Liste der Rücksprachentermine am Brett im 7. Stock zum Eintragen ausgehängt. Es gilt dann das Müllerprinzip.

### **Aufgabe 28 (14 Punkte):** *Wiederholung diverser Formalismen*

Während des Semesters haben wir verschiedene Formalismen kennengelernt, mit denen Bewegungsgleichungen hergeleitet werden können. Mit dieser Aufgabe sollen diese Rechentechniken an einem konkreten Beispiel wiederholt werden.

Ein Teilchen der Masse  $m$  befinde sich stets in konstantem Abstand  $L$  zum Ursprung. Es wirkt eine Gravitationskraft in  $z$ -Richtung.

- 28.1 Berechne die Bewegungsgleichungen im Lagrange-I-Formalismus. Stelle dazu die Lagrange-Funktion auf und bestimme die Zwangskräfte.
- 28.2 Leite die Bewegungsgleichungen mit Hilfe des Lagrange-II-Formalismus her. Wähle dazu geeignete generalisierte Koordinaten.
- 28.3 Bestimme die Bewegungsgleichungen über den Hamilton-Formalismus. Berechne zunächst die generalisierten Impulse und die Hamilton-Funktion.
- 28.4 Leite über die Hamilton-Jacobi-Theorie Integralausdrücke her, deren Lösung äquivalent zur Lösung der Bewegungsgleichungen ist. Wähle dazu einen geeigneten Separationsansatz für die Wirkungsfunktion.

### **Aufgabe 29 (6 Punkte):** *Bewegungsgleichung und Christoffel-Symbol*

Die Bewegungsgleichung eines Teilchens im Gravitationsfeld wird durch ein Prinzip der kleinsten Wirkung festgelegt:

$$\delta S = -mc \int ds = 0.$$

Das Gravitationsfeld stellt nämlich nichts anderes als eine Änderung der Metrik von Raum und Zeit dar und macht sich nur durch eine Veränderung des Zusammenhangs von  $ds$  mit  $dx^i$  bemerkbar.

Bestimme die Bewegungsgleichung

$$\frac{d^2 x^i}{ds^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{ds} \frac{dx^l}{ds} = 0 \quad (1)$$

aus dem Prinzip der kleinsten Wirkung, wobei  $\frac{d^2 x^i}{ds^2}$  die Viererbeschleunigung des Teilchens ausdrückt. Gehe dazu wie folgt vor:

- 29.1 Berechne zunächst die Variation  $\delta(ds^2)$  unter Verwendung des metrischen Tensors  $g_{ik}$ .
- 29.2 Drücke den Integranden anschließend unter Verwendung von 29.1 durch das Christoffel-Symbol  $\Gamma_{kl}^i$  aus.