

## Mechanik (Theoretische Physik 1)

Sommersemester 2018

Abgabe bis Freitag, 04.05.18, 12:00 neben PH 3218.

Übungsblatt Nr. 4

Dieses Blatt wird in den Übungen vom 07.05. - 11.05.18 besprochen.

---

### Aufgabe 1:

#### Starring: the Milky Way

2 Punkte

Die Milchstraße hat einen Durchmesser von ca. 140000 Lichtjahren. Ein durchschnittlicher Stern bewegt sich dabei mit einer Geschwindigkeit von 220 km/s um das Zentrum und hat typischerweise  $1/4$  Sonnemasse  $M_{\text{sun}} \sim 2 \times 10^{30}$  kg.

1. Wenden Sie den Virialsatz auf die Sterne in der Milchstraße an, um so die Masse letzterer abzuschätzen.
2. Die Milchstraße enthält schätzungsweise  $2.5 \times 10^{11}$  Sterne. Können diese die Gesamtmasse unserer Galaxie erklären?

### Aufgabe 2:

#### Schwerpunktsystem

3.5 Punkte

Wie betrachten eine Hantel aus zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$ , welche mittels einer starren, masselosen Stange verbunden sind. Die Hantel befindet sich im Schwerfeld der Erde. Der Schwerpunkt des Systems befinde sich zunächst im Ursprung eines Inertialsystems, von dem aus die Hantel in eine bestimmte Richtung geworfen wird.

1. Leiten Sie die Bewegungsgleichung des Schwerpunktes her, indem Sie von den Bewegungsgleichungen für die Massen  $m_1$  und  $m_2$  ausgehen.
2. Bestimmen Sie die Bahn des Schwerpunktes bei einer Anfangsgeschwindigkeit von  $\mathbf{v}_0$ .
3. Der Gesamtdrehimpuls setzt sich zusammen aus dem Schwerpunkts-  $\mathbf{L}_{\text{CM}}$  und einem Relativbeitrag  $\mathbf{L}_r$ . Berechnen Sie  $\mathbf{L}_{\text{CM}}$ .
4. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Relativkoordinate  $\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2$  auf. Welche Aussage können Sie für den Relativdrehimpuls  $\mathbf{L}_r$  treffen?
5. Zeigen Sie, daß die Massen  $m_1$  und  $m_2$  sich auf Kreisbahnen um den Schwerpunkt bewegen, und zwar mit konstanter Winkelgeschwindigkeit. Im welchen Verhältnis stehen die Radien der Kreise, auf welchen die beiden Massenpunkte sich bewegen?

**Aufgabe 3:**  
**Galilei-Invarianz der Lorentzkraft**

**1 Punkt**

Zeigen Sie kurz, daß für eine Punktladung  $q$ , welche der Lorentzkraft ausgesetzt ist, das Newtonsche Gesetz nicht in allen Inertialsystemen gelten kann. Betrachten Sie dazu insbesondere mitbewegte Koordinaten und nehmen an, daß die Felder sich wie Vektoren unter Galileitransformationen verhalten.

**Aufgabe 4:**  
**Potential eines Kraftfeldes**

**3.5 Punkte**

Betrachten Sie ein System, in welchem eine Ladung  $q_\mu$  auf eine andere Ladung  $q_\nu$  die Kraft

$$\mathbf{F}_{\mu\nu} = q_\mu q_\nu \cdot \frac{(\mathbf{r}_\nu - \mathbf{r}_\mu)}{|\mathbf{r}_\nu - \mathbf{r}_\mu|^3}$$

ausübt.

1. Zeigen Sie, daß das Kraftfeld wirbelfrei (d.h. rotationsfrei) ist.
2. Bestimmen Sie ein Potential  $U_{\mu\nu}$  für das Kraftfeld, so daß  $\mathbf{F}_{\mu\nu} = -\nabla U_{\mu\nu}$ .