

1. Übungsblatt zur Theoretischen Physik I

Abgabe: Montag 8. Mai 2006 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 1 (4 Punkte): *Wiederholung: physikalische Größen und Koordinatentransformation*

- (a) Was bedeuten die folgenden Größen für einen einzelnen Massenpunkt? Nenne Beispiele.
- (i) Punktteilchen
 - (ii) Geschwindigkeit, Impuls, Kraft
 - (iii) Winkelgeschwindigkeit, Drehimpuls, Drehmoment
 - (iv) Energie
- (b) Berechne die Zeitableitung in einem mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotierenden Bezugssystem. Möglicher Rechenweg: Nimm zunächst an, dass $\vec{\omega} = \omega \vec{e}_z = \omega \vec{e}_z'$, wobei $\vec{e}_z$, bzw. $\vec{e}_z'$ die Einheitsvektoren im unbewegten, bzw. rotierenden Bezugssystem sind. Begründe dann, warum die Rechnung auch für beliebige Rotationsachsen gilt.
- (c) Wiederhole die Herleitung der Ortsoordinatendarstellung eines Massepunkts in Zylinder- und Kugelkoordinaten. Berechne die Einheitsvektoren der krummlinigen Koordinatensysteme und bestätige, dass für die Zeitableitung des Ortsvektors folgendes gilt.
In Zylinderkoordinaten: $\dot{\vec{r}} = \dot{r}\vec{e}_r + \dot{\phi}\vec{e}_\phi + \dot{z}\vec{e}_z$ In Kugelkoordinaten: $\dot{\vec{r}} = \dot{r}\vec{e}_r + \dot{\phi}\vec{e}_\phi + \dot{z}\vec{e}_z$

Aufgabe 2 (8 Punkte): *Wiederholung: Zweikörperproblem mit Zentralkraft*

Ein Körper der Masse m_1 bewegt sich auf der Bahn $\vec{r}_1(t)$. Ein weiterer Körper der Masse m_2 bewegt sich auf der Bahn $\vec{r}_2(t)$. Zwischen den beiden Körpern wirkt die Gravitationskraft.

- (a) Führe Schwerpunkt- und Relativkoordinaten ein und drücke damit die Energie aus.
- (b) Begründe, warum die Relativbewegung in einer Ebene stattfindet. Führe hierzu keine eigene Rechnung durch, sondern stütze dich auf bekannte Argumente.
- (c) Da die Relativbewegung in einer Ebene stattfindet, ist es sinnvoll, sie mit Polarkoordinaten zu beschreiben. Drücke die Energie der Relativbewegung in Polarkoordinaten aus und bringe das Ergebnis auf die Form $E_{rel}(r, \dot{r}) = T_{eff}(\dot{r}) + V_{eff}(r)$. Begründe, warum keine Abhängigkeit von Winkelkoordinaten mehr vorliegt.
- (d) Plote $V_{eff}(r)$ mit einem Computerprogramm wie MAPLE, MATHEMATICA oder GNUPLOT. Bestimme das energetische Minimum.
- (e) Beispiel: Sei $m_1 = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ (Erdmasse) und $m_2 = 7 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ (Mondmasse). Ein Umlauf dauere $2\pi/\dot{\phi} = 27 \text{ d } 8 \text{ h}$ (Monat). Unter welchem Abstand wird die Energie des Systems minimal?

Aufgabe 3 (8 Punkte): *Vertiefung der Vorlesung*

- (a) Mache dir die bei der Herleitung der Lagrangefunktion für ein geladenes Teilchen im elektromagnetischen Feld verwendeten Vektoroperationen klar (totale Zeitableitung des Vektorpotentials, doppeltes Kreuzprodukt)!
- (b) Wiederhole die bekannte Darstellung des elektromagnetischen Feldes über das skalare und das Vektorpotential.

- **Internetseite der Veranstaltung:** <http://www.itp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPI/>
- **Vorlesung:** Dienstag und Donnerstag 12:00 - 14:00 Uhr im PN 203
- **Literatur:**
 - T. Fließbach: Lehrbuch zur Theoretischen Physik 1. Mechanik, Spektrum Akademischer Verlag
 - F. Kuypers: Klassische Mechanik, Wiley-VCH
 - W. Nolting: Grundkurs Theoretische Physik 2, Springer
 - W. Muschik: Repetitorium Theoretische Physik Repetitorium, kurze knappe Darstellung (enthält leider noch einige Tipfehler)
- **Tutorien:** (von den 5 angegebenen Terminen werden 4 angeboten)
 - Montag 12:15 - 13:45 Uhr im PN 184
 - Montag 14:15 - 15:45 Uhr im PN 114
 - Dienstag 10:15 - 11:45 Uhr im PN 184
 - Dienstag 14:15 - 15:45 Uhr im PN 182
 - Dienstag 16:15 - 17:45 Uhr im PN 182
- **Scheinkriterien:** 50% der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien und bestandene Klausur
- **Sprechstunden:** Prof. Dr. A. Knorr Do, 14:30 - 15:30 Uhr PN 742
Die restlichen Sprechstunden werden nach Einteilung der Tutorien bekanntgegeben.
- **Klausur:** Dienstag (11. Juli 2006) 12:00 - 14:00 im PN 203
- **Mathematica-Kurs:** <http://www.physik.tu-berlin.de/pcpool/kurse/mathematica/>