

---

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Theoretische Physik I WS 2009/2010	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	---------------------------------------	---

---

# Theoretische Physik I – Inhalt

Version 20100112

## Mechanik

### 1. Einführung

### 2. Kinematik

#### 2.1. Geschwindigkeit und Beschleunigung

#### 2.2. Koordinatensysteme

##### 2.2.1. Kartesische Koordinaten

##### 2.2.2. Ebene Polarkoordinaten

##### 2.2.3. Zylinderkoordinaten

##### 2.2.4. Kugelkoordinaten

#### 2.3. Einfache Bewegungen

##### 2.3.1. Geradlinig gleichförmige Bewegung

##### 2.3.2. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

##### 2.3.3. Kreisbewegung

### 3. Mechanik nach Newton

#### 3.1. Newtonsche Axiome

#### 3.2. Kräfte

#### 3.3. Inertialsysteme, Galilei-Transformation

#### 3.4. Rotierende Bezugssysteme, Scheinkräfte

#### 3.5. Beliebige beschleunigte Bezugssysteme

#### 3.6. Einfache Probleme der Dynamik

##### 3.6.1. Lineare Differentialgleichungen

##### 3.6.2. Bewegung im homogenen Schwerfeld der Erde mit Reibung

##### 3.6.3. Linearer harmonischer Oszillator

##### 3.6.4. Freier gedämpfter linearer Oszillator

##### 3.6.5. Getriebener gedämpfter linearer Oszillator

##### 3.6.6. Beliebige eindimensionale, ortsabhängige Kraft

##### 3.6.7. Grundlegende Begriffe

- 4. Mechanik nach Lagrange
  - 4.1. Verallgemeinerte Koordinaten
  - 4.2. Das Hamiltonsche Prinzip
  - 4.3. Grundgedanke der Variationsrechnung
  - 4.4. Euler-Lagrange-Gleichungen
  - 4.5. Der freie Massenpunkt
  - 4.6. System von wechselwirkenden Massenpunkten
  - 4.7. Lagrange-Funktionen konkreter Systeme
    - 4.7.1. Ebenes Fadenpendel
    - 4.7.2. Fadenpendel im Raum
    - 4.7.3. Ebenes Doppelpendel
  - 4.8. Erhaltungssätze
    - 4.8.1. Energie
    - 4.8.2. Impuls
    - 4.8.3. Drehimpuls
    - 4.8.4. Zyklische Koordinaten
  - 4.9. Zwei-Körper-Probleme
    - 4.9.1. Reduzierte Masse
    - 4.9.2. Bewegung im Zentralfeld
    - 4.9.3. Das Kepler-Problem
  - 4.10. Klassifizierung von Zwangsbedingungen
  - 4.11. Methode der Lagrange-Multiplikatoren
  - 4.12. Reibung

- 5. Mechanik nach Hamilton
  - 5.1. Hamiltonsche Bewegungsgleichungen
  - 5.2. Zeitentwicklung von Observablen, Poissonklammern
  - 5.3. Hamiltonfunktion in verschiedenen Koordinatensystemen

## **Elektrodynamik**

- 1. Maxwell-Gleichungen
  - 1.1. Ladung und Feld
  - 1.2. Lorentz-Kraft
  - 1.3. Kontinuitätsgleichung
  - 1.4. Transformationseigenschaften der beteiligten Größen
  - 1.5. Maxwell-Gleichungen
  - 1.6. Integrale Form der Maxwell-Gleichungen

## 2. Elektrostatik

### 2.1. Elektrisches Potential

### 2.2. Felder spezieller Ladungsverteilungen

#### 2.2.1. Feld einer kugelsymmetrischen Ladungsverteilung

#### 2.2.2. Feld einer Punktladung, Deltafunktion

#### 2.2.3. Feld einer beliebigen Ladungsverteilung

#### 2.2.4. Feld eines elektrischen Dipols

#### 2.2.5. Fernfeld einer beliebigen Ladungsverteilung

### 2.3. Randwertprobleme

#### 2.3.1. Leiter im elektrostatischen Feld

#### 2.3.2. Spiegelladungsmethode

#### 2.3.3. Kugelförmiger Leiter im asymptotisch homogenen Feld

## 3. Magnetostatik – Stationäre Ströme

### 3.1. Vektorpotential

### 3.2. Leiterschleifen – Biot-Savart-Gesetz

### 3.3. Fernfeld einer Leiterschleife

### 3.4. Magnetische Induktion eines geraden Leiters

## 4. Elektromagnetisches Feld im Vakuum

### 4.1. Energiebilanz des elektromagnetischen Feldes

### 4.2. Elektrostatische Feldenergie

### 4.3. Energie eines stationären Magnetfeldes

### 4.4. Beispiele für die Energiestromdichte

### 4.5. Impulsbilanz des elektromagnetischen Feldes

### 4.6. Felder zeitabhängiger Strom- und Ladungsverteilungen

#### 4.6.1. Das Viererpotential

#### 4.6.2. Lösungen der homogenen Gleichungen

#### 4.6.3. Alternative Herleitung der freien Feldgleichungen

#### 4.6.4. Energie einer ebenen Welle

#### 4.6.5. Phasen- und Gruppengeschwindigkeit

#### 4.6.6. Retardierte Potentiale

#### 4.6.7. Hertzscher Dipol

#### 4.6.8. Energieabstrahlung eines elektrischen Dipols

# Spezielle Relativitätstheorie

## Spezielle Relativitätstheorie

1. Grundlagen
  - 1.1. Inertialsysteme
  - 1.2. Michelson-Morley-Experiment
  - 1.3. Einsteins Postulate
  - 1.4. Lorentz-Transformation
  - 1.5. Relativität der Gleichzeitigkeit
2. Eigenschaften der Lorentz-Transformation
  - 2.1. Die Zeitdilatation
  - 2.2. Längenkontraktion
  - 2.3. Ist die Längenkontraktion überhaupt sichtbar?
  - 2.4. Relativistische Geschwindigkeitsaddition
  - 2.5. Minkowski-Diagramme, Lichtkegel
3. Der Dopplereffekt
  - 3.1. Der klassische Dopplereffekt
  - 3.2. Der relativistische Dopplereffekt
4. Relativistische Paradoxa
  - 4.1. Das Zwillingsparadoxon
  - 4.2. Stab und Loch
5. Kovariante vierdimensionale Formulierung von Mechanik und Elektrodynamik
  - 5.1. Ko- und kontravariante Tensoren
  - 5.2. Kovariante Formulierung der klassischen Mechanik
  - 5.3. Kovariante Formulierung der Elektrodynamik
    - 5.3.1. Kontinuitätsgleichung
    - 5.3.2. Elektromagnetische Potentiale
    - 5.3.3. Feldstärketensor
    - 5.3.4. Maxwell-Gleichungen

Das Programm kann jederzeit auf Ihren Wunsch hin erweitert werden.