

# TP2 Vertiefung der klassischen Mechanik und Elektrodynamik – Inhalt

## Mechanik

Version 01-20240930

### 1. Einführung (W)

### 2. Kinematik (W)

#### 2.1. Geschwindigkeit und Beschleunigung (W)

#### 2.2. Koordinatensysteme (W)

##### 2.2.1. Kartesische Koordinaten (W)

##### 2.2.2. Ebene Polarkoordinaten (W)

##### 2.2.3. Zylinderkoordinaten (W)

##### 2.2.4. Kugelkoordinaten (W)

### 2.3. Einfache Bewegungen (W)

#### 2.3.1. Geradlinig gleichförmige Bewegung (W)

#### 2.3.2. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (W)

#### 2.3.3. Kreisbewegung (W)

### 3. Mechanik nach Newton (W)

#### 3.1. Newtonsche Axiome (W)

#### 3.2. Kräfte (W)

#### 3.3. Inertialsysteme, Galilei-Transformation (W)

#### 3.4. Rotierende Bezugssysteme, Scheinkräfte (W)

#### 3.5. Beliebig beschleunigte Bezugssysteme (W)

#### 3.6. Einfache Probleme der Dynamik (W)

##### 3.6.1. Lineare Differentialgleichungen (W)

##### 3.6.2. Bewegung im homogenen Schwerfeld der Erde mit Reibung (W)

##### 3.6.3. Linearer harmonischer Oszillator (W)

##### 3.6.4. Freier gedämpfter linearer Oszillator (W)

##### 3.6.5. Getriebener gedämpfter linearer Oszillator

##### 3.6.6. Beliebige eindimensionale, ortsabhängige Kraft (W)

##### 3.6.7. Grundlegende Begriffe (W)

### 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 (W)
  - 4.9.1. Reduzierte Masse (W)
  - 4.9.2. Bewegung im Zentralfeld (W)
  - 4.9.3. Das Kepler-Problem (W)
- 5. Bewegung unter Nebenbedingungen
  - 5.1. Klassifizierung
  - 5.2. Das d'Alembertsche Prinzip
  - 5.3. Alternative Herleitung der Euler-Lagrange-Gleichungen
  - 5.4. Methode der Lagrange-Parameter
  - 5.5. Beispiel für Lagrangefunktionen  $L \neq T - V$
  
- 5. Mechanik nach Hamilton
  - 5.1. Hamiltonsche Bewegungsgleichungen
  - 5.2. Zeitentwicklung von Observablen, Poissonklammern
  - 5.3. Beispielsysteme

## Spezielle Relativitätstheorie

- 1. Grundlagen (W)
  - 1.1. Inertialsysteme (W)
  - 1.2. Michelson-Morley-Experiment (W)
  - 1.3. Einsteins Postulate (W)
  - 1.4. Lorentz-Transformation (W)
  - 1.5. Relativität der Gleichzeitigkeit (W)
  
- 2. Eigenschaften der Lorentz-Transformation (W)
  - 2.1. Die Zeitdilatation (W)
  - 2.2. Längenkontraktion (W)
  - 2.3. Ist die Längenkontraktion überhaupt sichtbar?
  - 2.4. Relativistische Geschwindigkeitsaddition (W)
  - 2.5. Minkowski-Diagramme, Lichtkegel (W)

- 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

## Elektrodynamik

- 1. Maxwell-Gleichungen (W)
  - 1.1. Ladung und Feld (W)
  - 1.2. Lorentz-Kraft (W)
  - 1.3. Kontinuitätsgleichung (W)
  - 1.4. Transformationseigenschaften der beteiligten Größen (W)
  - 1.5. Maxwell-Gleichungen (W)
  - 1.6. Integrale Form der Maxwell-Gleichungen (W)
  
- 2. Elektrostatik (W)
  - 2.1. Elektrisches Potential (W)
  - 2.2. Felder spezieller Ladungsverteilungen (W)
    - 2.2.1. Feld einer kugelsymmetrischen Ladungsverteilung (W)
    - 2.2.2. Feld einer Punktladung, Deltafunktion (W)
    - 2.2.3. Feld einer beliebigen Ladungsverteilung (W)
    - 2.2.4. Feld eines elektrischen Dipols (W)
    - 2.2.5. Fernfeld einer beliebigen Ladungsverteilung
  - 2.3. Randwertprobleme (W)
    - 2.3.1. Leiter im elektrostatischen Feld (W)
    - 2.3.2. Spiegelladungsmethode (W)
    - 2.3.3. Kugelförmiger Leiter im asymptotisch homogenen Feld
  
- 3. Magnetostatik – Stationäre Ströme (W)
  - 3.1. Vektorpotential (W)

- 3.2. Leiterschleifen – Biot-Savart-Gesetz (W)
- 3.3. Kraft zwischen Leiterschleifen (W)
- 3.4. Fernfeld einer Leiterschleife
- 3.5. Magnetische Induktion eines geraden Leiters (W)
  
- 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. Spezielle Themen der Elektrodynamik
  - 4.1. Kohärenz und Interferenz
    - 4.1.1. Zeitliche und räumliche Kohärenz
    - 4.1.2. Michelson-Stellarinterferometrie
    - 4.1.3. Hanbury-Brown/Twiss-Stellarinterferometrie
  - 4.2. Dielektrische Medien
    - 4.2.1. Atomare Polarisierbarkeit
    - 4.2.2. Komplexer Brechungsindex
    - 4.2.3. Negative Gruppengeschwindigkeiten
  
- 5. Elektromagnetische Felder in Substanzen
  - 5.1. Die elektrische Polarisation
  - 5.2. Magnetisierung
  - 5.3. Makroskopische Maxwell-Gleichungen
  - 5.4. Materialgleichungen
  - 5.5. Verhalten an Grenzflächen
  - 5.6. Beispiele
    - 5.6.1. Plattenkondensator mit Dielektrikum
    - 5.6.2. Teilbeschichteter Plattenkondensator
    - 5.6.3. Brechungsgesetz

Das Programm kann jederzeit auf Ihren Wunsch hin erweitert werden.