

Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie (WiSe 2014/15)

Rot-markierte Themen werden mit größeren Wahrscheinlichkeit an der mündlichen Prüfung gefragt.

I. Mechanik des Massenpunktes

- Newton-Gesetze/ Kräfte
- Arbeit / Energie / Konservative Kräfte
- Drehimpuls
- Zentralkräfte
- Inertialsysteme: Galilei-Transformation
- Nicht-inertiale Systeme: Scheinkräfte

II. Mehrteilchensysteme

- Impulssatz/Drehimpulssatz/Energiesatz/Virialsatz
- Zwei-Teilchen-Systeme
- Stöße
- Kepler-Gesetze

III. Der starre Körper

- Freiheitsgrade
- Rotation um einer Achse / Trägheitsmoment / Steiner-Satz
- Trägheitstensor / Hauptträgheitsachsen
- Zusammenhang zwischen Drehimpuls und Trägheitstensor
- Kreiseltheorie / Euler-Winkel
- Rotationen um freien Achsen / Stabilitätsanalyse
- Kräftefreier symmetrischer Kreisel

IV. Lagrange-Mechanik

- Zwangsbedingungen
- Generalisierte Koordinaten
- D'Alembert-Prinzip
- Lagrange-Funktion / Lagrange-Gleichungen 2. Art
- Lösung von Problemen in der Hamilton-Mechanik
- Mechanischen Eichtransformationen
- Besondere Fälle: Verallgemeinerte Potentiale und Reibung
- Nicht-holonome Systeme: Lagrange-Multiplikatoren, Lagrange-Gleichungen 1. Art
- Forminvarianz der Lagrange-Gleichungen
- Hamilton-Prinzip / Variationsprobleme / Lagrange-Gleichungen
- Zyklische Koordinaten
- Beziehung zwischen Erhaltungssätze und Symmetrien: Noether-Theorem

V. Hamilton-Mechanik

- Generalisierte Impuls / Hamilton-Funktion
- Hamilton-Gleichungen
- Physikalische Bedeutung der Hamilton-Funktion
- Lösung von Problemen in der Hamilton-Mechanik
- Kanonisch konjugierte Variable
- Poisson-Klammern / Invarianz gegen kanonische Transformationen / Eigenschaften
- Integrale der Bewegung

- Bezug zur Quantenmechanik
- Kanonische Transformationen

VI. Hamilton-Jacobi-Theorie und Chaos

- **Hamilton-Jacobi-Gleichung**
- **Lösungsverfahren in der Hamilton-Jacobi-Theorie**
- Beispiel: Harmonischer Oszillator
- Hamiltonsche charakteristische Funktion
- **Separation der Variablen**
- **Periodische Systeme: Wirkungs- und Winkelvariable**
- Bezug zur Quantenmechanik II
- Störungen und Resonanzen: KAM-Theorem
- Instabile Tori: Poincaré-Birkhoff Theorem
- Beispiele von Chaos: Hénon-Heiles-System und Resonanzen im All

VIII. Spezielle Relativitätstheorie I

- Die Probleme der Galilei-Transformation. Michelson-Morley-Experiment
- Die Einstein-Postulate
- **Die Lorentz-Transformation**
- Die Minkowski-Diagramme
- **Transformation der Geschwindigkeiten**
- **Verletzung der Gleichzeitigkeit** / Kausalität / Lichtkegel
- Synchronisierung von Uhren
- **Zeitdilatation** / Beispiel: Muonenzerfall
- Zwillingsparadoxon
- **Lorentz-Kontraktion**
- Garagen-Paradoxon

IX. Spezielle Relativitätstheorie II

- Der Minkowski-Raum / Minkowski-Metrik / Vierer Vektoren
- Kontravariante und Kovariante Form der 4-Vektoren
- Kovariante Formulierung der Elektrodynamik
 - Grundlagen der klassischen Elektrodynamik
 - Wellengleichung
 - Maxwell Gleichungen für die Felder: Feldstärketensor
 - Transformation der elektromagnetischen Felder
- Relativistische Mechanik:
 - **Vierer Geschwindigkeit / Vierer Beschleunigung / Vierer Impuls / Minkowski Kraft**
 - Beispiel: Teilchen unter einer konstanten Kraft
 - **Relativistische Energie / Ruheenergie**
 - **Einsteins Äquivalenz von Masse und Energie**