

Vorlesung
Theoretische Physik I (Mechanik)
WS 02/03

gehalten von R. Schlickeiser

Grafiken von Urs Schaefer-Rolffs

Inhalt

0. Einleitung	5
0.1 Vorbemerkungen	5
1. Vektorrechnung	6
1.1 Grunddefinitionen	6
1.2 Vektoroperationen	7
1.3 Komponentendarstellung von Vektoren in kartesischen Koordinaten	10
1.4 Spatprodukt	13
1.5 Transformation von Vektoren	14
1.6 Anwendungen der Vektorrechnung	16
1.7 Differentiation und Integration von Vektoren	18
1.8 Koordinatensysteme	20
1.9 Vektorielle Differentialoperatoren	25
1.10 Rechenregeln für vektorielle Differentialoperatoren	32
1.11 Differentialoperatoren in krummlinigen Koordinaten	34
2. Newtonsche Mechanik	40
2.1 Das physikalische Weltbild vor und nach Newton	40
2.2 Die Newtonschen Axiome	45
2.3 Grundbegriffe der Mechanik	52
2.4 Integration der Bewegungsgleichungen	57
2.5 Reibung	65
3. Analytische Mechanik	69
3.1 Eingeschränkte Bewegung bei Zwangsbedingung	69
3.1.1 Beispiel 1: Schiefe Ebene	69
3.2 Beispiel 2: Das Pendel im Schwerfeld	70
3.3 Beschreibung von Flächen und Kurven im dreidimensionalen Raum	77
3.4 Lagrange-Gleichungen 1. Art	78
3.5 Energieerhaltungssatz im Fall von holonomen Zwangsbedingungen	82
3.6 Das Prinzip von d'Alembert	84
3.7 Lagrange-Gleichungen 2. Art	87
3.8 Einfache Anwendungen	90
3.9 Weitere Anwendungen	93
3.10 Exkurs über Variationsprinzipien	98
3.11 Hamiltonsches Prinzip	106
3.12 Symmetrien und Erhaltungssätze	114
3.13 Geschwindigkeitsabhängige Kräfte	125
3.14 Der Virialsatz	130

4. Das Zweikörper-Problem	133
4.1 Lagrange-Funktion des Zweikörper-Problems	133
4.2. Relativbewegung	135
4.3 Kepler-Problem: Planetenbewegung	142
4.4 Mathem. Zwischenbetrachtungen über Kegelschnitte in Polarkoordinaten	144
4.5 Fortsetzung des Kepler-Problems	150
4.6 Hyperbelbahnen	159
4.7 Der Runge-Lenz-Vektor	162
4.8 Das Streuproblem	164
5. Hamilton-Mechanik	168
5.1 Hamiltonsche Bewegungsgleichung	168
5.2 Poisson-Klammern	175
5.3 Kanonische Transformationen	179
5.4 Hamilton-Jacobi-Gleichung	186
5.5 Hamiltonsche charakteristische Funktion	192
5.6 Separation der Variablen	193
5.7 Satz von Liouville	198
5.8 Integralinvarianten von Poincare	201
6. Bewegung des starren Körpers	204
6.1 Kinematik	204
6.2 Infinitesimale Drehungen	207
6.3 Scheinkräfte	211
6.4 Trägheitstensor und Hauptachsentransformation	215
6.5 Das Trägheitsellipsoid	226
6.6 Die Eulerschen Gleichungen	227
6.7 Die Eulerschen Winkel	232
6.8 Lagrange-Mechanik des starren Körpers	236
7. Spezielle Relativitätstheorie	246
7.1 Die Lorentz-Transformation	246
7.2 Minkowski-Raum	254
7.3 Lagrange-Formulierung der relativistischen Mechanik	257
8. Kosmologie fast ohne Allgemeine Relativitätstheorie	260
8.1 Die Friedmann-Gleichung	260
8.2 Die Einstein-Gleichungen	262
8.3 Dichte und Druck des Universums	263
8.4 Vakuumdruck	265
8.5 Zeitliche Entwicklung des Universums	265
8.6 Kritische Dichte	267
8.7 Zukünftige Beschleunigung des Universums	268
8.8 Rotverschiebung, Lichtlaufzeit und Alter des Universums	270

A. Anhang	274
A.1 Mathematischer Anhang	274
A.2 Empfohlene Literatur	277