

Theoretische Physik I (Mechanik)

Inhaltsverzeichnis:

I. Newtonsche Mechanik für Einteilchen-Systeme

1. Grundprinzipien und Erläuterungen

1.1 Fundamentale Annahmen

1.2 Kinematik eines Massenpunktes (Geschwindigkeit, Beschleunigung)

1.3 Newtonsche Axiome

1.4 Galileisches Relativitätsprinzip (Herleitung spezielle Galileitransformation, Verallgemeinerung, 2. Newtonsches Axiom forminvariant unter (1.33), Gültigkeit der Galilei-Invarianz)

2. Erhaltungssätze

2.1 Impulserhaltung

2.2 Drehimpulserhaltung

2.3 Flächensatz (Arbeit, kinetische Energie und Kräfte, konservative Kräfte, Energieerhaltung)

3. Katalog der Kräfte

3.1 Konservative Kräfte

(Newtonsche Gravitationskraft, Schwer-/Gewichtskraft, Coulombsches Kraftgesetz, harmonische Kraft, Kernkraft)

3.2 Reibungs-/dissipative Kräfte

(Haft- und Gleitreibung (Coulombsches Reibungsgesetz), Stokessche Reibung, Newtonsche Reibung, Rollreibung)

4. Eindimensionale/lineare Bewegung

4.1 Allgemeines Problem

4.2 Bewegung im konservativen Kraftfeld

(senkrechter Wurf bei konst. Gewichtskraft, senkrechter Wurf im Gravitationspotential)

4.3 Bewegung im geschwindigkeitsabhängigen Kraftfeld

(freier Fall mit Stokesscher Reibung, freier Fall mit Newtonscher Reibung)

4.4 Reine zeitabhängige Kraft

5. Eindimensionaler harmonischer Oszillator

5.1 Ungedämpfte freie Bewegung

(Lösung, komplexe Darstellung, Energiebilanz, Bewegung im Phasenraum)

5.2 Gedämpfter, freier harmonischer Oszillator

(geringe Dämpfung, starke Dämpfung, aperiodischer Grenzfall)

5.3 Harmonischer Oszillator mit eingepprägter Kraft (erzwungene Schwingung)

(harmonische Kraft, Formalismus der linearen Antwort I, Diracsche „ δ -Funktion“, Formalismus der linearen Antwort II)

6. Bewegung im Zentralfeld

6.1 Problemstellung

6.2 Reduktion zum Einteilchen-Problem

6.3 Lösung des Einteilchen-Problems

(Auswertung der Erhaltungssätze, Lösung, qualitative Diskussion)

6.4 Das Kepler-Problem

(Lösung und Diskussion, Keplersche Gesetze, Bemerkungen)

7. Nichtinertialsysteme

7.1 Linear beschleunigte Bezugssysteme

7.2 Rotierende Bezugssysteme

(Winkelgeschwindigkeit, rotierende Bezugssysteme)

II. Newtonsche Mechanik für Vielteilchen-Systeme

8. Newtonsche Grundgleichungen & Folgerungen

8.1 Grundgleichungen

8.2 Folgerungen

(Impulssatz, Schwerpunktsatz, Drehimpulssatz, Energiesatz, Zusammenstellung)

9. Das Zweikörper-Problem

(Grundgleichungen, Keplerproblem, Schwerpunkt-Bezugssystem, elastischer Zwei-Teilchenstoß)

10. Der starre Körper

10.1 Kinematik

(Koordinatensysteme, Eulerscher Satz, Eulersche Winkel)

10.2 Dynamik des starren Körpers I & Trägheitstensor
(Dynamische Grundgleichungen, Impuls, Drehimpuls, Trägheitstensor, kinetische und potentielle Energie, Eigenschaften von Θ)

10.3 Dynamik des starren Körpers II & Eulersche Gleichungen
(Dynamische Grundgleichungen, Eulersche Gleichungen, Rotation um freie Achse, kräftefreier symmetrischer Kreisel, schwerer symmetrischer Kreisel, eingespannter Kreisel, physikalisches Pendel)

11. Harmonisch gekoppelte Massepunkte

11.1 Motivation

11.2 Grundproblem

11.3 Eigenfrequenzen, Eigenschwingungen, Normalkoordinaten

III. Analytische Mechanik

12. Lagrangesche Gleichungen

12.1 Zwangsbedingungen und generalisierte Koordinaten

12.2 Das Prinzip der virtuellen Arbeit

12.3 Das d'Alembertsche Prinzip

12.4 Lagrangesche Gleichungen 1. Art

12.5 Lagrangesche Gleichung 2. Art

(konservative Systeme, generalisiertes/geschwindigkeitsabhängiges Potential W , Reibungskräfte)

13. Das Hamiltonsche Prinzip

13.1 Hamiltonsches Prinzip („der kleinsten Wirkung“)

13.2 Eulersche Variationsrechnung

13.3 Euler-Lagrangesche Gleichung 2. Art

(konservative Kräfte/generalisiertes Potential, nicht konservative Kräfte, Potentialkräfte mit anholonomen Zwangsbedingungen)

13.4 generalisierte Impulse

13.5 Symmetrien und Erhaltungssätze

(Impulserhaltung, Energieerhaltung, Eichinvarianz von L)

14. Hamiltonsche Mechanik

14.1 Legendre Transformation

14.2 Hamiltonsche Bewegungsgleichungen

(Erhaltungssätze und physikalische Bedeutung von H , Beispiele)

14.3 Methode der Poisson-Klammer

(Zeitentwicklung von A , formale Eigenschaften, Beispiele/Rechnen, {...} ist unabhängig von kanonischen Variablen, Integrale/Konstanten der Bewegung, Quantenmechanik)

14.4 Liouvillesche Satz

14.5 Kanonische Transformation

15. Hamilton-Jacobische Theorie

IV. Spezielle Relativitätstheorie

16. Die Lorentz-Transformation

16.1 Situation vor Einstein

(Galileisches Relativitätsprinzip, Licht = em Welle)

16.2 Einsteinsches Relativitätsprinzip

16.3 Der Minkowski-Raum

16.4 Die Lorentztrafo

17. Relativistische Mechanik

17.1 Eigenzeit

17.2 Impulssatz