

Friedhelm Kuypers

Klassische Mechanik

Mit 103 Beispielen und 167 Aufgaben
mit Lösungen

7., erweiterte und verbesserte Auflage



WILEY-
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

531/534 (07)

Inhaltsverzeichnis

A Die Newtonsche Mechanik

1 Einteilchensysteme	2
1.1 Die Newtonschen Axiome	2
1.2 Konservative Kräfte und Potentiale	5
1.3 Energieerhaltungssatz	9
1.4 Beschleunigte Bezugssysteme	10
1.5 Corioliskräfte der Erdrotation *	15
1.6 Zusammenfassung	18
1.7 Aufgaben	20
2 Mehrteilchensysteme.....	22
2.1 Impulssatz und Schwerpunktsatz.....	22
2.2 Drehimpulssatz	26
2.3 Die zehn Erhaltungsgrößen	30
2.4 Zusammenfassung	39
2.5 Aufgaben	40

B Die Lagrangesche Mechanik

3 Zwangsbedingungen	44
3.1 Generalisierte Koordinaten.....	44
3.2 Klassifizierung von Zwangsbedingungen	44
3.3 Newtonsche Bewegungsgleichungen	48
3.4 Zusammenfassung	52
3.5 Aufgaben	53
4 Das d'Alembert-Prinzip.....	54
4.1 Virtuelle Verrückungen	54
4.2 Das d'Alembert-Prinzip.....	55
4.3 Richtung der Zwangskräfte *	60
4.4 Das Gleichgewichtsprinzip.....	61
4.5 Wichtigkeit des d'Alembert-Prinzips	62
4.6 Zusammenfassung	62
4.7 Aufgaben	63

5 Die Lagrangegleichungen 2. Art	65
5.1 Aufstellung der Lagrangegleichungen 2. Art	65
5.2 Forminvarianz der Lagrangegleichungen	69
5.3 Beschleunigte Bezugssysteme *	70
5.4 Wichtigkeit der Lagrangegleichungen 2. Art	71
5.5 Zusammenfassung	72
5.6 Aufgaben	73
6 Lagrangeformalismus mit Reibung	78
6.1 Reibungstypen *	78
6.2 Dissipationsfunktion.....	79
6.3 Zusammenfassung	82
6.4 Aufgaben	83
7 Symmetrien und Erhaltungsgrößen	85
7.1 Kanonische Impulse	85
7.2 Zyklische Koordinaten und Erhaltungsgrößen	85
7.3 Das Noether-Theorem *	88
7.4 Energieerhaltungssatz.....	92
7.5 Zusammenfassung	94
7.6 Aufgaben	95
8 Stabilität und Bifurkationen	97
8.1 Bedingungen für nichtchaotisches Verhalten	97
8.2 Untersuchung von Differentialgleichungen.....	100
8.3 Stabilität : Erste Methode von Ljapunow	102
8.4 Stabilität : Direkte Methode von Ljapunow	108
8.5 Bifurkationen.....	112
8.6 Zusammenfassung	117
8.7 Aufgaben	120
9 Die Lagrangegleichungen 1. Art	123
9.1 Aufstellung der Lagrangegleichungen 1. Art	123
9.2 Wichtigkeit der Lagrangegl. 1. Art.....	131
9.3 Zusammenfassung	131
9.4 Aufgaben	132
10 Das Hamiltonsche Prinzip	137
10.1 Variationsrechnung.....	137
10.2 Hamiltonsches Prinzip.....	142
10.3 Wichtigkeit des Hamiltonschen Prinzips.....	144
10.4 Zusammenfassung	145
10.5 Aufgaben	146

Anwendungen

Zentralkraftbewegungen	150
11.1 Zweikörperproblem	150
11.2 Zentralkräfte	151
11.3 Wiederholung	152
11.4 Bewegung im konservativen Zentralkraftfeld	152
11.5 Effektives Potential	158
11.6 Streuung im Zentralkraftfeld *	160
11.7 Streuung im Laborsystem *	167
11.8 Zusammenfassung	172
11.9 Aufgaben	174
12 Der starre Körper.....	179
12.1 Bewegungen starrer Körper.....	179
12.2 Kinetische Energie und Trägheitstensor.....	180
12.3 Drehimpuls	185
12.4 Schwerpunktsatz und Drehimpulssatz.....	189
12.5 Die Eulerschen Winkel.....	198
12.6 Die Lagrangegleichungen des starren Körpers.....	206
12.7 Analogie Translation – Rotation *.....	210
12.8 Zusammenfassung	212
12.9 Aufgaben	215
13 Lineare Schwingungen.....	226
13.1 Schwingungen mit einem Freiheitsgrad	226
13.2 Schwingungen mit mehreren Freiheitsgraden	233
13.3 Übergang zum schwingenden Kontinuum.....	244
13.4 Zusammenfassung	256
13.5 Aufgaben	258
14 Nichtlineare Schwingungen.....	262
14.1 Lineare und nichtlineare Kräfte.....	262
14.2 Störungsrechnung	263
14.3 Verfahren der harmonischen Balance.....	269
14.4 Erzwungene nichtlineare Schwingungen.....	271
14.5 Selbst- und parametererregte Schwingungen	274
14.6 Zusammenfassung	276
14.7 Aufgaben	277
15 Greensche Funktionen und Deltafunktion	281
15.1 Einführung der Greenfunktionen.....	281
15.2 Greenfunktionen und Fouriertransformationen	285
15.3 Die Deltafunktion	294

15.4 Andere Darstellungen der Deltafunktion.....	297
15.5 Zusammenfassung	299
15.6 Aufgaben	300

D Die Hamiltonsche Mechanik

16 Die Hamiltonschen Gleichungen.....	304
16.1 Legendre-Transformation	304
16.2 Die Hamiltonschen Gleichungen.....	305
16.3 Hamiltonfunktion und Energie	308
16.4 Hamiltonsche Gln. und Hamiltonsches Prinzip.....	310
16.5 Wichtigkeit der Hamiltonschen Gln.	312
16.6 Zusammenfassung	312
16.7 Aufgaben	313
17 Die Poisson-Klammern	315
17.1 Definition und Eigenschaften	315
17.2 Wichtigkeit der Poisson-Klammern	316
17.3 Zusammenfassung	317
17.4 Aufgaben	318
18 Kanonische Transformationen	320
18.1 Punkttransformationen	320
18.2 Kanonische Transformationen im weiteren Sinn	322
18.3 Kanonische Transformationen.....	324
18.4 Wiederholung *	326
18.5 Erzeugende kanonischer Transformationen	327
18.6 Wichtigkeit der kanonischen Transformationen.....	334
18.7 Zusammenfassung	334
18.8 Aufgaben	336
19 Kanonische Invarianten	338
19.1 Kanonische Invarianz der Poisson-Klammern	338
19.2 Kanonische Invarianz des Phasenvolumens	339
19.3 Zusammenfassung	340
19.4 Aufgaben	341
20 Der Satz von Liouville.....	342
20.1 Phasenbahnen	342
20.2 Grundlagen der Statistischen Mechanik	342
20.3 Beweis des Satzes von Liouville	344
20.4 Konsequenzen des Satzes von Liouville	346
20.5 Zusammenfassung	348
20.6 Aufgaben	349

Hamilton-Jacobi-Theorie	351
2.1 Hamilton-Jacobi-Gleichung	351
2.2 Berechnung einer Prinzipalfunktion	354
2.3 Integrabilität	359
2.4 Wichtigkeit der Hamilton-Jacobi-Theorie	362
2.5 Zusammenfassung	362
2.6 Aufgaben	364

Übergang zur Quantenmechanik	365
22.1 Analogie Mechanik – geometrische Optik	366
22.2 Zeitunabhängige Schrödingergleichung	369
22.3 Zusammenfassung	372

Lösungen

Lösungen: 1 Einteilchensysteme	373
Lösungen: 2 Mehrteilchensysteme	376
Lösungen: 3 Zwangsbedingungen	379
Lösungen: 4 Das d'Alembert-Prinzip	382
Lösungen: 5 Die Lagrangegl. 2. Art	386
Lösungen: 6 Lagrangeformalismus mit Reibung	401
Lösungen: 7 Symmetrien und Erhaltungsgrößen	406
Lösungen: 8 Stabilität und Bifurkationen	410
Lösungen: 9 Lagrangegl. 1. Art	418
Lösungen: 10 Das Hamiltonsche Prinzip	441
Lösungen: 11 Zentralkraftbewegungen	452
Lösungen: 12 Der starre Körper	466
Lösungen: 13 Lineare Schwingungen	509
Lösungen: 14 Nichtlineare Schwingungen	531
Lösungen: 15 Greenscher Formalismus	543
Lösungen: 16 Die Hamiltonschen Gln.	555
Lösungen: 17 Die Poisson-Klammern	559
Lösungen: 18 Kanonische Transformationen	562
Lösungen: 19 Kanonische Invarianten	571
Lösungen: 20 Der Satz von Liouville	573
Lösungen: 21 Die Hamilton-Jacobi-Theorie	575

Literaturbesprechung	583
-----------------------------------	------------

Index	587
--------------------	------------