

INHALT

Vorwort	XI
1. Einleitung	1
1.1 Erster Überblick	1
1.11 Ein typisches Beispiel	1
1.12 Einteilung des Buches	2
1.13 Größenverhältnisse im Weltall	2
1.2 Geschichte der Astronomie	4
1.3 Astronomie und Physik	8
2. Sphärische Astronomie und Himmelsmechanik	11
2.1 Koordinatensysteme	11
2.2 Die Zeit	22
2.3 Die Erde als Kreisel	31
2.4 Kinematik und Aspekte der Planeten	39
2.5 Dynamik der Bewegung von Himmelskörpern	44
2.51 Die Keplerschen Gesetze	44
2.52 Das Gravitationsgesetz	45
2.53 Das Zweikörperproblem	47
2.54 Bahnelemente	50
2.55 Zeitlicher Ablauf der Zweikörperbewegung	53
2.56 Das Dreikörperproblem	55
2.6 Raumflugmechanik	57
2.61 Einfache Beispiele	57
2.62 Antrieblose Raumflugbahnen	63
2.63 Swingby-Technik	70
2.64 Bahnen mit schwachem Schub	73
2.7 Gezeiten	75

3.	Das Planetensystem	79
3.1	Der Planet Erde	79
3.11	Erdgestalt	79
3.12	Masse und Dichte der Erde	82
3.13	Aufbau des Erdkörpers	83
3.14	Aufbau der Atmosphäre	87
3.15	Atmosphäre und Strahlung	92
3.16	Die Magnetosphäre	97
3.2	Die anderen Planeten	101
3.21	Überblick	101
3.22	Merkur	103
3.23	Venus	109
3.24	Mars	117
3.25	Jupiter	122
3.26	Äußere Planeten	131
3.3	Kleinkörper	137
3.31	Monde	137
3.32	Kleinplaneten	143
3.33	Kometen	146
3.4	Der interplanetare Raum	152
3.41	Sonnenwind	152
3.42	Kosmischer Staub	155
4.	Die Sonne	164
4.1	Allgemeine Daten	164
4.2	Die Sonne als Gaskugel	169
4.21	Sonnenatmosphäre und Strahlungstransport	169
4.22	Spektrallinien	174
4.23	Innerer Aufbau	177
4.3	Die Sonnenatmosphäre und die Aktivität der Sonne	179
4.31	Photosphäre	179
4.32	Chromosphäre	184
4.33	Korona	191
4.34	Radiostrahlung der Sonne	196

5.	Physik der Fixsterne	199
5.1	Zustandsgrößen	199
5.11	Helligkeiten	200
5.12	Absolute Helligkeit	202
5.13	Spektrale Energieverteilung	203
5.14	Spekraltypen	210
5.15	Leuchtkraftklasse	211
5.16	Radius	214
5.17	Masse	217
5.18	Dichte und Schwerebeschleunigung	219
5.19	Chemische Zusammensetzung	219
5.2	Zustandsdiagramme	220
5.21	Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD)	220
5.22	Farben-Helligkeits-Diagramm	223
5.23	Masse-Leuchtkraft-Beziehung	223
5.3	Innerer Aufbau der Sterne	223
5.31	Grundgleichungen	223
5.32	Energieerzeugung	230
5.4	Sternentwicklung	235
5.41	Sternentstehung	235
5.42	Hauptphase der Sternentwicklung	240
5.43	Empirische Beweise	250
5.5	Bemerkenswerte Sonderfälle	260
5.51	Veränderliche Sterne	260
5.52	Novae und Supernovae	264
5.53	Enge Doppelsterne als Röntgenquellen	270
6.	Die Milchstraße	277
6.1	Entfernungsbestimmung im Kosmos	277
6.11	Die trigonometrische Methode	278
6.12	Scheinbare Größe ferner Objekte	280
6.13	Sternstromparallaxen	280
6.14	Photometrische Entfernungsbestimmung	281
6.15	Rotverschiebung	283

6.2	Aufbau der Milchstraße	284
6.21	Räumlicher Aufbau	284
6.22	Sternpopulationen	288
6.3	Dynamik der Milchstraße	290
6.4	Interstellare Materie	296
6.41	Interstellares Gas	297
6.42	Staub	305
6.43	Kosmische Strahlung und Gamma-Astronomie	308
6.5	Galaktisches Zentrum	315
7.	Galaxien	320
7.1	Klassifikation der Galaxien	320
7.2	Allgemeine physikalische Eigenschaften von Galaxien	322
7.21	Rotation und Gesamtmasse	322
7.22	Leuchtkraft, Zusammensetzung und Spektrum	326
7.3	Verteilung der Galaxien	329
7.31	Gruppen und Haufen von Galaxien	330
7.32	Die Lokale Gruppe	333
7.4	Radiogalaxien	334
7.41	Cygnus A (3 C 405)	337
7.42	Centaurus A (NGC 5128)	337
7.43	Weitere Radiodoppelquellen	339
7.44	Einzelquellen	339
7.45	Theoretische Deutungsversuche	341
7.5	Aktive Galaxien	342
7.51	„Explodierende“ Galaxien	342
7.52	Seyfert-Galaxien und ähnliche Objekte	343
7.53	Quasare	344
8.	Das Weltall	347
8.1	Kosmologie und kosmologische Prinzipien	347
8.2	Klassische Vorüberlegungen	348
8.21	Olberssches Paradoxon	348

8.22 Dynamik	349
8.23 Fluchtbewegung	350
8.24 Expansion und Weltalter	351
8.3 Relativistische Weltmodelle	353
8.31 Grundlagen und Anschauungshilfen	353
8.32 Standard-Weltmodelle	359
8.4 Vergangenheit und zukünftige Entwicklung	362
8.41 Weltalter und Urknall	362
8.42 Zukünftige Entwicklung	364

Anhang

Literatur	369
Bücher	369
Zeitschriftenartikel, Reports	371
Abbildungsnachweis	375
Stichwortverzeichnis	379

Tafelteil