

ABRISS DER ASTRONOMIE

ERSTER BAND

VON

HANS-HEINRICH VOIGT

O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT · MANNHEIM/WIEN/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

Kap. I bis V → erster Band
Kap. VI bis X → zweiter Band

I Sphärische Astronomie

1	Koordinatensysteme	1
2	Zeit	6
3	Sternörter	10
4	Refraktion	13
5	Aberration	14
6	Parallaxe	16
7	Präzession und Nutation	18
8	Astronomische Konstanten	22
9	Sternkataloge	23
10	Ort- und Zeitbestimmung	25
.1	Instrumente	25
.2	Die wichtigsten Methoden	26
.3	Ephemeridenzeit	29

II Das Planetensystem

1	Überblick	30
2	Planetenbahnen	32
.1	Definitionen, Bahnelemente	32
.2	Bewegung des Planeten in der Bahn	34
.3	Erdbahn	37
.4	Geozentrische (scheinbare) Bahnen	38
3	Historische Entwicklung	40
4	Zwei-Körper-Problem	45
.1	Gravitationsgesetz, Bewegungsgleichungen	45
.2	Drehimpuls, Flächensatz	47
.3	Bahnform	47
.4	Energiesatz	49
.5	3. Keplersches Gesetz	50
5	Bahnbestimmung	51

6	n-Körper-Problem, Störungsrechnung	53
.1	Allgemeine Integrale	53
.2	Virialsatz	55
.3	Sonderfälle	55
.4	Störungen	57
7	Das System Erde-Mond	60
.1	Störungen der Mondbahn durch die Sonne	60
.2	Länge der Monate	64
.3	Libration	64
.4	Wechselwirkung Erde-Mond	64
.5	Finsternisse	67
8	Bahnen künstlicher Raumfahrzeuge	73
.1	Raketentechnik	73
.2	Bahnen künstlicher Satelliten	76
.3	Interplanetare Bahnen	79
9	Das Sonnensystem (physische Beschaffenheit)	82
.1	Die großen Planeten und ihre Monde	82
.2	Die kleinen Planeten	93
.3	Kometen	95
.4	Meteore und Meteorite	97
.5	Interplanetarer Raum	101
.6	Kosmogonie	104

III Elektromagnetische Strahlung

Instrumente

1	Das Spektrum	107
2	Ursprung der Strahlung	110
3	Fernrohre (optisch)	119
.1	Grundbegriffe	119
.2	Abbildungsfehler	123
.3	Linsenfernrohre	124
.4	Spiegelteleskope	125
.5	Montierungen	128
4	Spektralapparate	130
5	Lichtempfänger, Filter	136
6	Radioteleskope	141

IV Zustandsgrößen der Sterne

1	Helligkeit, Farbe, Leuchtkraft	144
.1	Scheinbare Helligkeit	144
.2	Farbe	147
.3	Absolute Helligkeit, Leuchtkraft	149
2	Spektraltyp	151
.1	Harvard-System	151
.2	Yerkes- oder MK-System	154
.3	Pariser Klassifikation	157
.4	Schmalband-Klassifikation	158
.5	Klassifikation bei geringer Dispersion	159
3	Radien	160
.1	Interferometer	160
.2	Sternbedeckung durch den Mond	161
.3	Bedeckungsveränderliche	162
.4	Strahlungsenergetische Methode	163
4	Masse, Dichte, Schwerebeschleunigung	164
5	Zustandsdiagramme	169
.1	Hertzsprung-Russell-Diagramm	169
.2	Farben-Helligkeits-Diagramme	173
.3	Masse-Leuchtkraft-Beziehung	174
6	Temperaturen	175
7	Rotation	178
8	Magnetfelder	181
9	Chemische Zusammensetzung	183

V Sonnen- und Sternatmosphären

1	Theorie des Kontinuums	187
.1	Grundbegriffe der Strahlungstheorie	187
.2	Strömungsgleichung	192
.3	Strahlungstransport	193
.4	Kontinuitätsgleichung	195
.5	Ergiebigkeit	196
.6	Absorptionskoeffizient	197
.7	Graue Atmosphäre, Temperaturschichtung	199
.8	Opazitätskoeffizient	202
.9	Druckschichtung	203
.10	Konvektion und Strahlungsgleichgewicht	204
.11	Atmosphären-Modelle	210

2	Theorie der Fraunhoferlinien	212
.1	Linienprofile, Verbreiterungsmechanismen	212
.2	Strahlungstransport, Berechnung der Linienprofile	218
.3	Wachstumskurve	221
.4	Grobanalyse	226
.5	Turbulenz	228
.6	Feinanalyse	229
3	Sonnenspektrum (Überblick)	231
4	Photosphäre	233
5	Chromosphäre	237
6	Korona	240
7	Aktivität der Sonne	245
.1	Sonnenflecken	245
.2	Fackeln	250
.3	Protuberanzen, Filamente	250
.4	Eruptionen	253
.5	Gestörte Radiostrahlung	254

VI Innere Aufbau

und Sternentwicklung 259

1	Grundgleichungen	260
2	Zustandsgleichungen	266
3	Opazitätskoeffizient	272
4	Energie-Erzeugung	273
.1	Energie-Quellen	273
.2	Kernprozesse	274
.3	Energieverlust durch Neutrinos	278
.4	Zeitskala	279
5	Sternentwicklung	282
.1	Sternentstehung	282
.2	Vor-Hauptreihen-Entwicklung	285
.3	Hauptreihen-Stadium	289
.4	Nach-Hauptreihen-Entwicklung	292
.5	Endstadium der Sternentwicklung	297

VII Veränderliche SterneSondertypen

1	Allgemeines	299
2	Pulsationsveränderliche	302
.1	Langperiodische Cepheiden	302
.2	RR Lyrae-Sterne	304
.3	δ Scuti-Sterne	305
.4	β Canis-Majoris-Sterne	306
.5	Mira-Sterne	306
.6	Halbregelmäßige Veränderliche	307
.7	RV Tauri-Sterne	308
.8	α^1 Canum-Venaticorum-Sterne	309
.9	Unregelmäßige Veränderliche	309
3	Eruptionsveränderliche	310
.1	Novae und Nova-ähnliche	310
.2	Supernovae	313
.3	U Geminorum-Sterne	316
.4	Z Camelopardalis-Sterne	318
.5	R Coronae-Borealis-Sterne	318
.6	RW Aurigae-Sterne	319
.7	UV Ceti-Sterne	320
4	Wolf-Rayet-Sterne	321
5	Planetarische Nebel	323
6	Weißer Zwerge	324

VIII Doppelsterne und Sternhaufen

1	Doppelsterne, allgemeines	326
.1	Klassifikation	326
.2	Statistik, Mehrfachsysteme	327
.3	Spezielle Typen, interessante Systeme	329
2	Visuelle Doppelsterne	330
3	Astrometrische Doppelsterne	334
4	Spektroskopische Doppelsterne	336
5	Photometrische Doppelsterne	341
6	Entwicklung enger Paare	346
.1	Kritische Äquipotentialfläche	346
.2	Beobachtungsbefund	347
.3	Theoretische Entwicklungswege	349
7	Sternhaufen, allgemeines	353
8	Assoziationen	354

9	Offene Haufen	357
.1	Statistik, Klassifikation	357
.2	Aufbau der einzelnen Haufen	358
.3	Bewegungs-Haufen	362
10	Kugelhaufen	363
.1	Statistik, Klassifikation	363
.2	Aufbau der einzelnen Haufen	364
.3	Relaxationszeit	367
.4	Bahnformen in der Galaxis	369
.5	Kosmogonie der Kugelhaufen	370

IX Das Milchstraßensystem

1	Interstellare Materie	371
.1	Emissionsnebel	373
.2	Reflexionsnebel	379
.3	Dunkelwolken	379
.4	Allgemein verteiltes Gas	381
.5	Allgemein verteilter Staub	385
.6	Verhältnis Staub/Gas, Gesamtanteil	387
.7	Interstellare Temperaturen	388
2	Entfernungsbestimmungen	389
.1	Geometrische Methoden	389
.2	Photometrische Methoden	391
.3	Sonstige Methoden	393
3	Räumlicher Aufbau des Milchstraßensystems	394
.1	Dimensionen des Systems	394
.2	Verteilung der Sterne an der Sphäre	396
.3	Die nächste Sonnenumgebung	397
.4	Stellarstatistische Methoden	398
.5	Großräumige Verteilung spezieller Objekte, Populationen	403
4	Bewegung der Sterne, Dynamik	405
.1	Beobachtungsgrundlagen	405
.2	Pekuliarbewegung der Sonne	407
.3	Rotation der Milchstraße	410
.4	Bewegung innerhalb der Sterngruppen	417
.5	Dynamik der Milchstraße	419
5	Spiralstruktur der Milchstraße	421
.1	Optische Methoden	421
.2	Radio-Beobachtungen	422
.3	Detailuntersuchung zur Struktur	425

6	Galaktische Radiostrahlung	426
.1	Diskrete Radioquellen	426
.2	Allgemeine galaktische Strahlung	428
7	Halo der Milchstraße	431
8	Hochenergetische Strahlung	432
.1	Kosmische Strahlung	432
.2	Röntgen- und Gamma-Strahlung	436
.3	Neutrino-Strahlung	436
9	Entstehung des Milchstraßensystems	437
X	<u>Außergalaktische Systeme</u>	
1	Galaxien als Individuen	439
.1	Bezeichnung, Kataloge, Karten	439
.2	Scheinbare Verteilung am Himmel	440
.3	Klassifikation, allgemeine Typen-Beschreibung	442
.4	Auflösung in Einzelobjekte	446
.5	Interstellare Materie	448
.6	Durchmesser	449
.7	Farbe, Helligkeit, Spektrum	451
.8	Rotation	458
.9	Masse	459
.10	Radiostrahlung	465
.11	Form der Spiralen	466
2	Entfernungsbestimmungen	467
.1	Primäre Methode	467
.2	Sekundäre Methode	470
3	Doppel- und Mehrfachsysteme	471
.1	Statistik	471
.2	Wechselwirkung	472
.3	Entstehung von Doppel- und Mehrfachsystemen	475
4	Radiogalaxien, Quasars	477
.1	Radiogalaxien	477
.2	Quasars	480
5	Galaxienhaufen	483
.1	Statistik, Beobachtungen	483
.2	Aufbau und Struktur der Haufen	485
.3	Kinematik und Dynamik der Haufen	486
.4	Die lokale Gruppe	488
.5	Supergalaxien	491

6	Das Universum	492
.1	Isotrope Komponente der Radiostrahlung	492
.2	Expansion und Hubble-Konstante	493
.3	Kosmologie	498

Register