

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1 Die Bedeutung der Astronomie	1
1.2 Objekte der astronomischen Forschung	2
1.3 Die Größenskala des Universums	7
2. Sphärische Astronomie	9
2.1 Sphärische Trigonometrie	9
2.2 Die Erde	14
2.3 Die Himmelskugel	16
2.4 Das Horizontsystem	16
2.5 Das Äquatorsystem	17
2.6 Das Ekliptiksystem	23
2.7 Die galaktischen Koordinaten	24
2.8 Veränderungen der Koordinaten	24
2.9 Sternbilder	29
2.10 Sternkataloge und -karten	30
2.11 Positionsastronomie	34
2.12 Zeitrechnung	37
2.13 Astronomische Zeitsysteme	41
2.14 Kalender	42
2.15 Übungen	44
3. Beobachtungen und Instrumente	51
3.1 Beobachtungen durch die Atmosphäre	51
3.2 Optische Teleskope	54
3.3 Detektoren	70
3.4 Radioteleskope	75
3.5 Andere Wellenlängenbereiche	83
3.6 Instrumente der Zukunft	88
3.7 Andere Energieformen	91
3.8 Übungen	93
4. Photometrie und Helligkeiten	95
4.1 Intensität, Flußdichte und Leuchtkraft	95
4.2 Scheinbare Helligkeiten	99
4.3 Helligkeitssysteme	100
4.4 Absolute Helligkeiten	102
4.5 Extinktion und optische Dichte	104
4.6 Übungen	107

5. Strahlungsmechanismen	113
5.1 Die Strahlung der Atome und Moleküle	113
5.2 Das Wasserstoffatom	115
5.3 Quantenzahlen, Auswahlregeln, Besetzungszahlen	119
5.4 Molekülspektren	120
5.5 Kontinuierliche Spektren	120
5.6 Die Strahlung des Schwarzen Körpers	121
5.7 Andere Strahlungsmechanismen	125
5.8 Strahlungstransport	126
5.9 Übungen	128
6. Temperaturen	129
6.1 Übungen	132
7. Himmelsmechanik	133
7.1 Die Bewegungsgleichungen	133
7.2 Die Lösung der Bewegungsgleichung	135
7.3 Die Bahngleichung und das erste Keplersche Gesetz	138
7.4 Die Bahnelemente	139
7.5 Das zweite und das dritte Keplersche Gesetz	142
7.6 Die Bahnbestimmung	145
7.7 Die Position in der Bahn	145
7.8 Die Entweichgeschwindigkeit	147
7.9 Das Virialtheorem	149
7.10 Die Jeans-Grenze	151
7.11 Übungen	153
8. Das Sonnensystem	159
8.1 Überblick	159
8.2 Planetenkonstellationen	160
8.3 Die Erdbahn	163
8.4 Die Mondbahn	164
8.5 Finsternisse und Bedeckungen	166
8.6 Die Albedo	169
8.7 Planetare Photometrie, Polarimetrie und Spektroskopie	171
8.8 Die Wärmestrahlung der Planeten	175
8.9 Innerer Aufbau der Planeten	177
8.10 Planetenoberflächen	180
8.11 Atmosphären und Magnetosphären	181
8.12 Merkur	186
8.13 Venus	188
8.14 Erde und Mond	191
8.15 Mars	197
8.16 Planetoiden	201
8.17 Jupiter	204
8.18 Saturn	209
8.19 Uranus, Neptun und Pluto	213
8.20 Kleinkörper des Sonnensystems	219
8.21 Kosmogonie des Sonnensystems	222

8.22	Andere Planetensysteme	227
8.23	Übungen	228
9.	Sternspektren	233
9.1	Aufnahme und Auswertung von Spektren	233
9.2	Die Harvard-Spektralklassifikation	236
9.3	Die Yerkes-Spektralklassifikation	239
9.4	Pekuliare Spektren	241
9.5	Das Hertzsprung-Russell-Diagramm	243
9.6	Modellatmosphären	245
9.7	Was liefert uns die Beobachtung?	246
10.	Doppelsterne und Sternmassen	251
10.1	Visuelle Doppelsterne	252
10.2	Astrometrische Doppelsterne	253
10.3	Spektroskopische Doppelsterne	254
10.4	Photometrische Doppelsterne	255
10.5	Übungen	258
11.	Innerer Aufbau der Sterne	261
11.1	Bedingungen des inneren Gleichgewichts	261
11.2	Der physikalische Zustand des Gases	265
11.3	Stellare Energiequellen	269
11.4	Sternmodelle	275
11.5	Übungen	276
12.	Sternentwicklung	281
12.1	Entwicklungszeitskalen	281
12.2	Die Kontraktion von Sternen im Vorhauptreihenstadium	282
12.3	Das Hauptreihenstadium	285
12.4	Das Riesenstadium	287
12.5	Endstadien der Sternentwicklung	290
12.6	Die Entwicklung enger Doppelsterne	291
12.7	Vergleich mit den Beobachtungen	294
12.8	Die Entstehung der Elemente	297
13.	Die Sonne	301
13.1	Innerer Aufbau	301
13.2	Die Atmosphäre	303
13.3	Die Sonnenaktivität	308
14.	Veränderliche Sterne	315
14.1	Klassifikation	316
14.2	Pulsationsveränderliche	317
14.3	Eruptionsveränderliche	321
14.4	Übung	328
15.	Kompakte Sterne	329
15.1	Weißer Zwerge	329

15.2 Neutronensterne	330
15.3 Schwarze Löcher	337
16. Das Interstellare Medium	341
16.1 Interstellarer Staub	341
16.2 Interstellares Gas	354
16.3 Interstellare Moleküle	363
16.4 Die Bildung von Protosternen	367
16.5 Planetarische Nebel	368
16.6 Supernovaüberreste	369
16.7 Die heiße Korona des Milchstraßensystems	372
16.8 Kosmische Strahlung und das interstellare Magnetfeld	373
17. Sternhaufen und Assoziationen	377
17.1 Assoziationen	378
17.2 Offene Sternhaufen	380
17.3 Kugelsternhaufen	383
18. Das Milchstraßensystem	385
18.1 Methoden der Entfernungsbestimmung	387
18.2 Stellarstatistik	390
18.3 Die Rotation des Milchstraßensystems	396
18.4 Struktur und Entwicklung des Milchstraßensystems	403
18.5 Übungen	407
19. Galaxien	409
19.1 Die Klassifikation der Galaxien	409
19.2 Elliptische Galaxien	415
19.3 Spiralgalaxien	419
19.4 Linsenförmige Galaxien	423
19.5 Die Leuchtkraft der Galaxien	423
19.6 Die Massen der Galaxien	424
19.7 Systeme von Galaxien	426
19.8 Entfernungen von Galaxien	429
19.9 Aktive Galaxien und Quasare	430
19.10 Der Ursprung und die Entwicklung von Galaxien	435
20. Kosmologie	437
20.1 Kosmologische Beobachtungen	437
20.2 Das kosmologische Prinzip	445
20.3 Homogenität und Isotropie des Universums	447
20.4 Friedmann-Modelle	449
20.5 Kosmologische Tests	454
20.6 Die Geschichte des Universums	457
20.7 Die Zukunft des Universums	460
Anhang	463
A. Mathematik	463
A.1 Geometrie	463

A.2	Taylor-Reihen	463
A.3	Vektorrechnung	465
A.4	Kegelschnitte	467
A.5	Mehrfachintegrale	468
A.6	Numerische Lösung von Gleichungen	469
B.	Quantenmechanik	471
B.1	Quantenmechanisches Modell des Atoms. Quantenzahlen	471
B.2	Auswahlregeln und Übergangswahrscheinlichkeiten	472
B.3	Die Heisenbergsche Unschärferelation	472
B.4	Das Ausschließungsprinzip	473
C.	Relativitätstheorie	473
C.1	Grundkonzeptionen	473
C.2	Lorentztransformation. Minkowskiraum	475
C.3	Allgemeine Relativitätstheorie	476
C.4	Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie	477
D.	Grundlagen der Radioastronomie	478
D.1	Antennenparameter	478
D.2	Antennentemperatur und Flußdichte	480
E.	Tabellen	482
	Weiterführende Literatur	499
	Fotografische Quellen	503
	Sachverzeichnis	505