

Inhaltsverzeichnis

1	Astronomische und physikalische Grundlagen	11
1.1	Einleitende Bemerkungen	11
1.1.1	Geschichtliches und Aktuelles	11
1.1.2	Zeit- und Ortsskalen	15
1.1.3	Elementarteilchenphysik und der frühe Kosmos	19
1.1.4	Gravitation	21
1.1.5	Relativistische Effekte	23
1.1.6	Klassische Beschreibung versus Quantenmechanik	24
1.1.7	Ideale versus nicht-ideale Beschreibung	25
1.1.8	Beispiel	27
1.1.9	Gyrationsfrequenzen, Stoßfrequenzen, usw.	27
1.1.10	Ausblick	28
1.2	Bestimmung astronomischer Größen	29
1.2.1	Astronomische Einheiten	29
1.2.2	Methoden der Abstandsbestimmung	32
1.2.3	Abschätzung der Pulsdauer	38
1.2.4	Überblick über verschiedene Kalibrierungen	42
1.2.5	Massenbestimmung	43
1.2.6	Geschwindigkeitsbestimmung	45
1.3	Spektrale Verteilungen, Temperaturen, Teleskope	50
1.3.1	Spektralbereiche der elektromagnetischen Strahlung	50
1.3.2	Spektrale Verteilung von Photonen	51
1.3.3	Abstrahlung von der Oberfläche eines Sterns	54
1.3.4	Helligkeitssysteme und Farben	57
1.3.5	Hertzprung-Russell Diagramm	58
1.3.6	Optische Teleskope	59
1.3.7	Infrarot-Astronomie	61
1.3.8	Radioteleskope	62
1.3.9	Neutrinoastronomie	62
1.3.10	Kosmische Strahlung	64
1.3.11	Gravitationsstrahlung	64
1.3.12	Fundamentale Fragen der Astrophysik	65
2	Ein erster Überblick	66
2.1	Sternleichgewichte	66
2.1.1	Kollaps einer Massenschale	71
2.1.2	Virialtheorem	73

2.1.3	Klassische Adiabatenindices	73
2.1.4	Gültigkeit der klassischen Rechnung	76
2.2	Strukturbildung	78
2.2.1	Eine etwas bessere Argumentation	80
2.2.2	Jeans Instabilität	82
2.2.3	Entwicklung der Proto-Sterne	86
2.3	Sternbrennen	90
2.3.1	Sonnenparameter	90
2.3.2	Thermonukleare Fusion	93
2.3.3	Fusion in der Sonne	95
2.3.4	Qualitatives zur weiteren Sternentwicklung	97
3	Weitere physikalische Grundlagen	99
3.1	Strahlungstransport	99
3.1.1	Strahlungstransportgleichung	99
3.1.2	Stoßterm der Strahlungstransportgleichung	104
3.1.3	Diskussion der stationären Lösungen	108
3.1.4	Wirkungsquerschnitte und Diffusionszeiten	110
3.2	Wärme- und Energietransport	116
3.2.1	Transporttheorie und Transportgleichungen	116
3.2.2	Ein einfaches Wärmetransportmodell	120
3.2.3	Wärmetransport durch Photonen	121
3.2.4	Konvektiver Transport in einem inkompressiblen Modell	123
3.2.5	Konvektiver Transport in einem adiabatischen Modell	128
3.3	Stellare Energiequellen	132
3.3.1	Deuterium-Tritium Fusion	133
3.3.2	Reaktionsparameter und Fusionsleistungsdichte	136
3.3.3	Zündbedingung	140
3.3.4	Fusionsprozesse in Sternen	142
3.4	Zustandsgleichungen idealer Gase	145
3.4.1	Thermodynamik des idealen klassischen Gases	146
3.4.2	Ideale Quantengase	150
3.4.3	Physikalische Konsequenzen für Weiße Zwerge	156
3.4.4	Adiabatenindices	159
3.5	Chandrasekhar Masse	163
3.5.1	Erste Begegnung mit der Chandrasekhar Masse	163
3.5.2	Chandrasekhar Grenze für polytrope Zustandsgleichungen	166
3.5.3	Landaus Abschätzung für die Chandrasekhar Masse	170
3.6	Zustandsgleichungen dichter Materie	172

3.6.1	Einfache Abschätzungen der Coulomb-Korrekturen	174
3.6.2	Neutronen kommen ins Spiel	181
4	Modelle für brennende Sterne und kompakte Objekte	186
4.1	Brennende Sterne	186
4.1.1	Grundgleichungen	186
4.1.2	Vereinfachter Lösungsansatz	188
4.1.3	Auswertung für unsere Sonne	191
4.1.4	Massengrenzen	193
4.1.5	Die Sonnenmasse M_{\odot} in Naturkonstanten	196
4.2	Weißer Zwerge	199
4.2.1	Entdeckungsgeschichte und Größenordnungen	199
4.2.2	Obere Massengrenze und qualitative Abhängigkeiten . . .	201
4.2.3	Abkühlung Weißer Zwerge	204
4.2.4	ART-Effekte	208
4.3	Neutronensterne, Pulsare und Quasare	210
4.3.1	Entdeckungsgeschichte	210
4.3.2	Quasare	211
4.3.3	Pulsare	214
4.3.4	Supernova	215
4.3.5	Allgemeine Charakterisierung von Neutronensternen . . .	216
4.3.6	ART-Effekte	219
4.3.7	Pulsare als rotierende Neutronensterne	219
5	Weitere physikalische Grundlagen	222
5.1	Stabilitätstheorie	222
5.1.1	Hydrodynamische Grundgleichungen	222
5.1.2	Normalmoden Analyse	224
5.1.3	Energieprinzip	226
5.1.4	Variationsprinzipien für Anwachsraten	230
5.1.5	Auswertung des Sturm-Liouville Problems (5.1.33)	237
5.1.6	Plausibilitätsüberlegungen	238
5.2	Entstehung von Magnetfeldern	240
5.2.1	Hamiltonsche Magnetfeld-Struktur	241
5.2.2	Stochastische Magnetfelder	245
5.2.3	Entstehung von Magnetfeldern	248
5.3	Nichtlinearer Transport	251
5.3.1	Linearer Transport senkrecht zu Magnetfeldern	251
5.3.2	Theorien in der Nähe des Einsatzes einer Instabilität . . .	254

5.3.3	Theorien basierend auf Mischungslängen	256
5.3.4	Ergänzende Bemerkungen zu Transportbeiträgen	259
5.3.5	Transport in stochastischen Magnetfeldern	260
5.3.6	Gültigkeit der quasilinearen Näherung	265
5.3.7	Stochastische Effekte und Zweierstöße	267
5.4	Relativistische Verallgemeinerungen	271
5.4.1	Bemerkungen zur Allgemeinen Relativitätstheorie	271
5.4.2	Einsteinsche Feldgleichungen	272
5.4.3	Beispiele zum Eingewöhnen	274
5.4.4	Schwarzschildmetrik	277
6	Kollabierende Objekte	281
6.1	Relativistische Gleichgewichte – und mehr	281
6.1.1	Relativistische Gleichgewichte	281
6.1.2	Gravitationskollaps	284
6.2	Schwarze Löcher und andere Singularitäten	289
7	Benutzte und weiterführende Literatur	294

Astrophysik

Eine Einführung in Theorie und Grundlagen

Spatschek, K.-H.

2003, 301 S. 64 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-33579-2