

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel I

Die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes der Sternphotosphären und das kontinuierliche Spektrum der Sterne	1
§ 1. Einleitende Bemerkungen	1
§ 2. Grundlegende Begriffe der Strahlungstheorie. Die Strömungsgleichung	3
1. Die Rolle der Strahlung in den Sternphotosphären	3
2. Strahlungsintensität und Strahlungsstrom	3
3. Emissions- und Absorptionskoeffizient	6
4. Die Strömungsgleichung	8
§ 3. Das Strahlungsgleichgewicht der Sternphotosphären. Die Lösung der Strömungsgleichung	10
1. Die Bedingung des Strahlungsgleichgewichtes	10
2. Die Hypothese des lokalen thermodynamischen Gleichgewichtes	13
3. Die Lösung der Strömungsgleichung	14
4. Die Mittelung der Strömungsgleichung	18
§ 4. Die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes für den frequenzunabhängigen Absorptionskoeffizienten	22
1. Die Temperaturverteilung in einer Photosphäre in Abhängigkeit von der Tiefe .	22
2. Das Gesetz der Randverdunkelung der Sterne	27
3. Das kontinuierliche Spektrum der Sterne	29
§ 5. Der kontinuierliche Absorptionskoeffizient	33
1. Die chemische Zusammensetzung der Sternatmosphären	33
2. Anregung und Ionisation der Atome	36
3. Wahre Absorption der Strahlung	41
4. Die photoelektrische Absorption für wasserstoffähnliche Atome	44
5. Berechnung der erzwungenen Emission	48
6. Frei-frei-Übergänge. Abschließende Ergebnisse	54
7. Wasserstoffunähnliche Atome. Die negativen Wasserstoffionen. Die Streuung der Strahlung an freien Elektronen	56
§ 6. Die Energieverteilung in den kontinuierlichen Spektren der Sterne bei frequenzabhängigem Absorptionskoeffizienten	60
1. Die Absorption der Strahlung in den Sternphotosphären für verschiedene Spektralklassen	60
2. Das Strahlungsgleichgewicht in den Photosphären der Sterne vom Typ A 0–B 2 .	64
3. Vergleich der Theorie mit den Beobachtungen	70
4. Die Sterne von sonnenähnlichem Spektraltyp	74
5. Die Sterne der anderen Spektralklassen. Sterne mit ausgedehnten Photosphären .	77

§ 7. Der Bau der Sternphotosphären	80
1. Der Bau der Photosphären der Sterne der Klasse A0–B2	80
2. Besprechung der Ergebnisse der Theorie	87
3. Anwendung des Gesetzes der Randverdunkelung	89
§ 8. Die Anwendung der Gesetze des thermodynamischen Gleichgewichts auf die Sternphotosphären	90
1. Vorläufige Bemerkungen über die Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht in den Sternphotosphären	90
2. Die Geschwindigkeitsverteilung der Atome und der Elektronen in den Sternphotosphären	94
3. Die Photoionisation der Atome	96
4. Die Stoßionisation der Atome. Vergleich mit der Photoionisation. Die Rekombinationsprozesse	101
5. Die Ionisationsgleichung. Die Elektronentemperatur	106
6. Die Anwendung des KIRCHHOFFSchen Gesetzes	111

Kapitel II

Die Entstehung der Absorptionslinien in den Spektren der Sterne	114
§ 9. Der Mechanismus der Entstehung der Absorptionslinien in den Sternatmosphären	114
1. Grundlegende Definitionen	114
2. Der Mechanismus der Entstehung der Absorptionslinien	116
3. Die Ableitung der Strömungsgleichung für kohärente Streuung	118
4. Die Lösung der Strömungsgleichungen	120
5. Die Ableitung der Strömungsgleichung unter Berücksichtigung der Streuung und der wahren Absorption	124
§ 10. Die Lösung der Strömungsgleichungen für Frequenzen innerhalb der Absorptionslinien	126
1. Vorbemerkungen	126
2. Das Modell einer Atmosphäre mit konstantem Verhältnis des selektiven Absorptionskoeffizienten zum kontinuierlichen Absorptionskoeffizienten	127
3. Die numerische Integration der Strömungsgleichungen	130
4. Die Lösung der Strömungsgleichung für schwache Linien	131
§ 11. Die selektiven Absorptionskoeffizienten	136
1. Der Zusammenhang zwischen den Absorptionskoeffizienten und den Übergangswahrscheinlichkeiten	136
2. Die Strahlungsdämpfung	137
3. Die Wärmebewegung und die Turbulenz der Atome	143
4. Das Zusammenwirken der Dämpfung und der Bewegung der Atome	146
5. Druckeffekte	148
6. Stoßverbreiterung der Linien	150
7. Die statistische Linienverbreiterung	153
8. Schlußbemerkungen	156
§ 12. Anwendung der elementaren Theorie der Konturen. Die Wachstumskurven	157
1. Die elementare Theorie der Konturen	157
2. Vergleich der theoretischen und der beobachteten Konturen	161

3. Die elementare Theorie der Wachstumskurven	163
4. Methoden zur Konstruktion der Wachstumskurven aus Beobachtungen	169
5. Laboratoriumsintensitäten, theoretische Intensitäten und „Sonnenintensitäten“ der Linien	173
6. Die aus Beobachtungen ermittelten Wachstumskurven. Die Turbulenzgeschwindigkeiten in den Sternatmosphären	175
7. Die Anregungstemperatur. Die Dämpfungskonstante	179
8. Kritische Bemerkungen	181
§ 13. Die Deutung der beobachteten Konturen der Absorptionslinien in den Spektren der Sterne und der Sonne	183
1. Die Berechnung des Verhältnisses des selektiven Absorptionskoeffizienten zum kontinuierlichen Absorptionskoeffizienten	183
2. Die Anwendung der Theorie auf die Absorptionslinien im Sonnenspektrum. Die Rolle der Druckeffekte	187
3. Die Metalllinien in den Sternspektren. Die Linienverbreiterung durch Turbulenz	192
4. Die BALMER-Serie in den Sternspektren	195
5. Die Bestimmung der Schwerebeschleunigung in den Sternatmosphären aus den Linien der BALMER-Serie	200
6. Die Heliumlinien. Die Verzerrung der Konturen bei benachbarten Linien	203
7. Die Rotation der Sterne	206
§ 14. Die Änderung der Konturen der Absorptionslinien von der Sonnenmitte zum Sonnenrand. Die inkohärente Streuung. Die zentralen Restintensitäten	211
1. Die Änderung der Konturen der Absorptionslinien von der Mitte zum Rand. Der Wechselwirkungseffekt	211
2. Die Inkohärenz der Streuprozesse	217
3. Die zentralen Restintensitäten der Absorptionslinien. Vergleich der Theorie mit den Beobachtungen	222
4. Die Berücksichtigung der Abweichungen vom thermodynamischen Gleichgewicht für die Sonne. Die Sterne der übrigen Spektralklassen	227
§ 15. Methoden zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sterne und ihre Ergebnisse	232
1. Die Anwendung der elementaren Theorie der Wachstumskurven auf die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sterne. Die mittlere Elektronenkonzentration	232
2. Die Verteilung der Atome auf die Anregungszustände	237
3. Verbesserte Methoden zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sterne. Die schwachen Linien	240
4. Die Ergebnisse der Untersuchungen	245
§ 16. Die Deutung der Spektralsequenz. Der Effekt der absoluten Größe. Die Skala der effektiven Temperaturen	250
1. Vorbemerkungen	250
2. Die Änderung der Linienintensitäten bei wachsender Sterntemperatur	252
3. Der Einfluß der Schwerebeschleunigung	256
4. Unterschiede in den Spektren der Zwerge und der Riesen. Der Effekt der absoluten Größe.	260
5. Die Skala der effektiven Temperaturen	264

Kapitel III

Physik der Sonnenatmosphäre	272
§ 17. Der Aufbau der Sonnenphotosphäre. Die Granulation. Die Konvektion	272
1. Der Aufbau der Sonnenphotosphäre	272
2. Die Konvektionsprozesse in der Sonnenphotosphäre. Die Granulation	277
§ 18. Elektrodynamik der Sonnenatmosphäre	282
1. Vorbemerkungen	282
2. Die Leitfähigkeit der Sonnenatmosphäre in einem Magnetfeld	285
3. Die Wechselwirkung der Elektronen und der Ionen	289
4. Die elektrischen Felder auf der Sonne	295
5. Die thermischen und die mechanischen Wirkungen der Ströme	297
6. Berücksichtigung der Selbstinduktion	301
7. Die Ausbreitung des Magnetfeldes	306
§ 19. Die Sonnenflecke und die Fackeln	308
1. Vorbemerkungen. Das Strahlungsgleichgewicht der Sonnenflecke	308
2. Das Fleckenspektrum. Der Elektronendruck	311
3. Die möglichen Ursachen für die Temperaturerniedrigung in einem Fleck. Das Magnetfeld der Flecke	316
4. Die Sonnenfackeln. Die Temperaturverteilung in den Fackeln mit der Tiefe ..	319
5. Das Spektrum der Fackeln	324
§ 20. Die Protuberanzen	327
1. Klassifikation der Protuberanzen	327
2. Die Bewegungen der Materie in den Protuberanzen	332
3. Die Spektren der Protuberanzen	335
4. Die Selbstabsorption in den Protuberanzen	337
5. Die Anregung der Atome in den Protuberanzen	341
6. Die Ionisation der Atome. Der Elektronendruck	346
7. Die kinetische Temperatur der Protuberanzen. Die chemische Zusammen- setzung	349
8. Die mögliche Deutung der in den Protuberanzen beobachteten Erscheinungen.	351
§ 21. Die Chromosphäre. Die Flocculi. Die chromosphärischen Eruptionen	358
1. Die beobachtungsmäßige Untersuchung der Verteilung der emittierenden Atome als Funktion der Höhe	358
2. Die Selbstabsorption. Das Gesetz der Änderung der Materiedichte mit der Höhe	363
3. Die Elektronenkonzentration. Die Elektronentemperatur	366
4. Die Ionisation der Atome	368
5. Der Anregungsmechanismus der Atome	372
6. Das Gleichgewicht in der Chromosphäre	373
7. Physik der Flocculi	377
8. Die chromosphärischen Eruptionen	384
§ 22. Die Korona und die Radiostrahlung der Sonne	388
1. Allgemeine Beschreibung und Spektren	388
2. Die Elektronenkonzentration	391
3. Die Identifizierung der Koronalinien	396
4. Die Ionisation der Atome in der Korona	398

5. Die chemische Zusammensetzung der Korona	401
6. Die ultraviolette Strahlung der Korona und der Chromosphäre	403
7. Die Radiostrahlung der Sonne	407

Kapitel IV

Planetarische Nebel	411
§ 23. Mechanismus des Nebelleuchtens. Zentralsterntemperaturen	412
1. Beobachtungsdaten	412
2. Die Ursache des Nebelleuchtens	413
3. Die Bestimmung der Zentralsterntemperatur aus den Wasserstofflinien	417
4. Die Bestimmung der Zentralsterntemperatur aus den Linien des „Nebuliums“	422
§ 24. Der physikalische Zustand der Nebelmaterie	424
1. Die notwendigen Bedingungen für das Auftreten verbotener Linien	424
2. Die Ansammlung von Atomen in metastabilen Zuständen	427
3. Die Bestimmung der Nebeltemperatur	431
4. Die Intensitäten der BALMER-Linien	432
5. Die Ionisation in den Nebeln	436
6. Die Massen der Nebel	440
7. Die chemische Zusammensetzung der Nebel	443
§ 25. Das Strahlungsgleichgewicht der planetarischen Nebel	446
1. Das L_c -Strahlungsfeld	446
2. Das L_α -Strahlungsfeld	449
3. Der Strahlungsdruck in Nebeln	454
4. Das Problem des Ursprungs der planetarischen Nebel	456

Kapitel V

Neue Sterne	459
§ 26. Das Aufleuchten neuer Sterne und seine Deutung	459
1. Beobachtungsdaten	459
2. Die Erklärung des Aufleuchtens	462
3. Die Deutung der Lichtkurve	465
4. Die Deutung des Novaspektrums	468
5. Die Nova Herculis 1934	471
§ 27. Die Bedeutung der Ausstoßung der Hülle in der Entwicklung einer Nova	475
1. Die Hüllenmassen	475
2. Die Dynamik der Novahüllen	478
3. Die bei einem Novaausbruch freiwerdende Energie	482
4. Die Rolle des Helligkeitsausbruchs in der Entwicklung des Sterns	484

Kapitel VI

Sterne mit hellen Spektrallinien	487
§ 28. Das Zustandekommen von Emissionslinien	487
1. Sterne vom Spektraltyp WOLF-RAYET, P Cygni und Be	487
2. Das Ausströmen von Materie aus dem Stern	489
3. Die Konturen der Emissionslinien	492
4. Die Intensitäten der Emissionslinien	499

§ 29. Physikalische Probleme der Sterne mit hellen Spektrallinien	507
1. Die Sterntemperaturen	507
2. Das kontinuierliche Spektrum	513
3. Sterne später Spektralklassen mit hellen Linien	522
4. Sternassoziationen	525

Kapitel VII

Der innere Aufbau der Sterne	529
§ 30. Zusammenfassung	529
1. Problemstellung	529
2. Die wesentlichsten empirischen Beziehungen	533
§ 31. Die physikalischen Bedingungen im Innern der Sterne	536
1. Temperatur und Dichte im Sterninnern	536
2. Der Absorptionskoeffizient der Sternmaterie	541
3. Die Quellen der Sternenergie	545
§ 32. Der innere Aufbau der Sterne	551
1. Der Aufbau der Hauptreihensterne	551
2. Theorie des Aufbaus der weißen Zwerge	555

Kapitel VIII

Die Streuung des Lichts in den Planetenatmosphären	561
§ 33. Theorie des Strahlungstransports in den Planetenatmosphären	561
1. Der Strahlungstransport in den Planetenatmosphären. Die Streuindikatrix ..	561
2. Das Invarianzprinzip und seine Anwendung	566
3. Verallgemeinerung für den Fall einer nichtsphärischen Streuindikatrix	573
§ 34. Vergleich der Theorie mit der Beobachtung	576
1. Die Albedo der Planetenatmosphären	576
2. Vergleich mit den Beobachtungen	579
3. Absorptionsbanden	583

Kapitel IX

Die interstellare Materie	585
§ 35. Die staubförmige Komponente der interstellaren Materie	585
1. Einige grundlegende Tatsachen	585
2. Diffuse Nebel	598
3. Schwankungen in den Zahlen der extragalaktischen Nebel	607
§ 36. Die gasförmige Komponente der interstellaren Materie	612
1. Das interstellare Gas	612
2. Die Entstehung der interstellaren Absorptionslinien	615
3. Die Ionisation des interstellaren Gases	620
4. Die $H\alpha$ -Emissionsgebiete	622
5. Riesen-Gasnebel	623
Anhang	625
Literaturverzeichnis	633
Sachregister	639

