

Hans Schäfer

# **Astronomische Probleme und ihre physikalischen Grundlagen**

Eine Auswahl für Unterricht und  
Selbststudium

Mit 53 Bildern, 47 Tabellen und  
79 Aufgaben mit Lösungen

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Schäfer, Hans:**

Astronomische Probleme und ihre physikalischen  
Grundlagen: e. Ausw. für Unterricht u. Selbststudium.

– 1. Aufl. – Braunschweig: Vieweg 1978.

ISBN 978-3-528-08407-3

Verlagsredaktion: *Alfred Schubert*

1978

Alle Rechte an der deutschen Ausgabe vorbehalten

© Springer Fachmedien Wiesbaden, 1978

Ursprünglich erschienen bei der deutschen Ausgabe Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft  
mbH, Braunschweig in 1978

Die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder, auch für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, gestattet das Urheberrecht nur, wenn sie mit dem Verlag vorher vereinbart wurden. Im Einzelfall muß über die Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums entschieden werden. Das gilt für die Vervielfältigung durch alle Verfahren einschließlich Speicherung und jede Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien.

Satz: Vieweg, Braunschweig

ISBN 978-3-528-08407-3

ISBN 978-3-663-14230-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-14230-0

## Vorwort

Dieses Buch ist aus dem Wunsch entstanden, der Astronomie einen stärkeren Eingang in den Unterricht zu verschaffen und allen Interessenten einen leichteren Zugang zu astronomischen Problemen. Auch ohne Studium der Astronomie oder astronomischer Literatur ist es möglich, sich mit astronomischen Problemen zu beschäftigen, wenn die physikalischen Kenntnisse vorhanden sind. Das Buch kann nicht nur in Schulen oder anderen Gemeinschaften, wie z. B. Arbeitskreisen in Volkssternwarten, sondern auch zur Eigenbeschäftigung benutzt werden. Ich hoffe, daß es viele zum vertieften Studium der Astronomie anregt. Bei den besprochenen Problemen handelt es sich natürlich um eine sehr enge und dazu noch subjektive Auswahl. Für Anregungen und Verbesserungsvorschläge bin ich sehr dankbar.

Dem Verlag danke ich für die ausgezeichnete Zusammenarbeit.

Remscheid Mai 1978

*Hans Schäfer*

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
<b>1 Kepler-Gesetze und Gravitationsgesetz</b>	<b>4</b>
1.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik	4
1.1.1 Zentrifugalkraft	4
1.1.2 Kepler-Gesetze	4
1.1.3 Gravitationsgesetz	4
1.2 Astronomische Probleme	4
1.2.1 Einige Betrachtungen zur Bewegung unseres Mondes. Siderische und synodische Umlaufzeit und die beiden ersten Kepler-Gesetze	4
1.2.2 Die Bahnen der Planeten	8
1.2.3 Zum 3. Kepler-Gesetz; das Gravitationsgesetz; Bestimmung von Entfernungen und Massen im Planetensystem	14
1.2.4 Störungsrechnung	21
1.2.5 Gezeiten	24
1.2.6 Die Ringe des Saturns	31
1.2.7 Doppelsterne – Massenbestimmung von Sternen	38
1.2.8 Die Masse der Milchstraße (Galaxis)	41
1.2.9 Die Dichte einiger Himmelskörper	42
<b>2 Potentielle Energie und Drehimpuls</b>	<b>46</b>
2.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik; Übersicht	46
2.1.1 Potentielle Energie im Gravitationsfeld	46
2.1.2 Drehimpuls, Drehmoment und Trägheitsmoment	48
2.2 Astronomische Probleme	49
2.2.1 Virialsatz, Kreisbahngeschwindigkeit und parabolische Geschwindigkeit	49
2.2.2 Gravitationsenergie einer Gaskugel; Kontraktion der Sonne; Helmholtz-Kelvinsche Zeitskala	51
2.2.3 Die Verteilung des Drehimpulses im Planetensystem	54
2.2.4 Die Erhaltung des Drehimpulses und das zweite Kepler-Gesetz	57
2.2.5 Das System Erde-Mond und die Erhaltung des Drehimpulses	59
<b>3 Allgemeine Gasgleichung, Kinetische Gastheorie, Strahlungsgesetze</b>	<b>63</b>
3.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik	63
3.1.1 Allgemeine Gasgleichung und kinetische Gastheorie	63
3.1.2 Strahlungsgesetze	63
3.2 Astronomische Probleme	64
3.2.1 Temperatur und Leuchtkraft der Sonne und der Sterne	64
3.2.2 Leuchtkraft der Sterne; scheinbare und absolute Helligkeit	67
3.2.3 Farbindices	71
3.2.4 Das Hertzsprung-Russel- und das Farben-Helligkeitsdiagramm; das Zustandsdiagramm	73
3.2.5 Temperaturen von Planeten und Monden	80
3.2.6 Atmosphären von Planeten und Monden	81

<b>4</b>	<b>Linienpektren und Dopplereffekt</b>	85
4.1	Notwendige Kenntnisse aus der Physik	85
4.1.1	Linien- (und Banden-)Spektren	85
4.1.2	Doppler-Effekt	86
4.2	Astronomische Probleme	87
4.2.1	Qualitative Spektralanalyse	87
4.2.2	Einige Bemerkungen zur quantitativen Spektralanalyse	90
4.2.3	Die Balmerreihe in Absorption	91
4.2.4	Aufnahmen der Sonne im Licht einzelner Linien; Aufnahmen im Licht aus der Mitte oder den Flügeln einzelner Linien	93
4.2.5	Interstellarer Raum: das Leuchten der Emissionsnebel – verbotene Linien – die 21 cm-Linie – Moleküle im interstellaren Raum	95
4.2.6	Der Doppler-Effekt	101
<b>5</b>	<b>Kernphysik</b>	111
5.1	Notwendige Kenntnisse aus der Physik	111
5.1.1	Aufbau der Atomkerne	111
5.1.2	Coulombsches Potential, Tunneleffekt	112
5.2	Astronomische Probleme	113
5.2.1	Gravitationsinstabilität in interstellaren Wolken – Kontraktion – Entstehung von Sternen	113
5.2.2	Thermonukleare Reaktionen in Sternen auf der Hauptreihe	115
5.2.3	Kernprozesse in Sternen außerhalb der Hauptreihe	118
5.2.4	Endstadien der Sterne: Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher	120
	<b>Anhang</b>	128
A.1	Erläuterung einiger Begriffe	128
A.2	Die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten und Besonderheiten des Planetensystems, die wichtigsten Zustandsgrößen der Sterne	133
A.3	Lösungen der Aufgaben	138
	Literaturverzeichnis	143
	Sachwortverzeichnis	145