

Hans Schäfer

# **Astronomische Probleme und ihre physikalischen Grundlagen**

Eine Auswahl für Unterricht und Selbststudium

3., überarbeitete Auflage

Mit 53 Bildern, 48 Tabellen  
und 79 Aufgaben mit Lösungen



Friedr. Vieweg & Sohn

Braunschweig / Wiesbaden

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	1
<b>1 Kepler-Gesetze und Gravitationsgesetz</b>	4
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	39
1.2.8 Die Masse der Milchstraße (Galaxis)	42
1.2.9 Die Dichte einiger Himmelskörper	43
<b>2 Potentielle Energie und Drehimpuls</b>	47
2.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik; Übersicht	47
2.1.1 Potentielle Energie im Gravitationsfeld	47
2.1.2 Drehimpuls, Drehmoment und Trägheitsmoment	49
2.2 Astronomische Probleme	50
2.2.1 Virialsatz, Kreisbahngeschwindigkeit und parabolische Geschwindigkeit	50
2.2.2 Gravitationsenergie einer Gaskugel; Kontraktion der Sonne; Helmholtz-Kelvinsche Zeitskala	52
2.2.3 Die Verteilung des Drehimpulses im Planetensystem	55
2.2.4 Die Erhaltung des Drehimpulses und das zweite Kepler-Gesetz	58
2.2.5 Das System Erde-Mond und die Erhaltung des Drehimpulses	60
<b>3 Allgemeine Gasgleichung, Kinetische Gastheorie, Strahlungsgesetze</b>	64
3.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik	64
3.1.1 Allgemeine Gasgleichung und kinetische Gastheorie	64
3.1.2 Strahlungsgesetze	64

3.2 Astronomische Probleme	65
3.2.1 Temperatur und Leuchtkraft der Sonne und der Sterne	65
3.2.2 Leuchtkraft der Sterne; scheinbare und absolute Helligkeit	68
3.2.3 Farbindizes	72
3.2.4 Das Hertzsprung-Russell- und das Farben-Helligkeitsdiagramm; das Zustandsdiagramm	74
3.2.5 Temperaturen von Planeten und Monden	81
3.2.6 Atmosphären von Planeten und Monden	82
<b>4 Linienspektren, Dopplereffekt</b>	87
4.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik	87
4.1.1 Linien- (und Banden-)Spektren	87
4.1.2 Doppler-Effekt	88
4.2 Astronomische Probleme	89
4.2.1 Qualitative Spektralanalyse	89
4.2.2 Einige Bemerkungen zur quantitativen Spektralanalyse	92
4.2.3 Die Balmerreihe in Absorption	93
4.2.4 Aufnahmen der Sonne im Licht einzelner Linien; Aufnahmen im Licht aus der Mitte oder den Flügeln einzelner Linien	95
4.2.5 Interstellarer Raum: das Leuchten der Emissionsnebel – verbotene Linien – die 21 cm-Linie – Moleküle im interstellaren Raum	97
4.2.6 Der Doppler-Effekt	103
<b>5 Kernphysik</b>	113
5.1 Notwendige Kenntnisse aus der Physik	113
5.1.1 Aufbau der Atomkerne	113
5.1.2 Coulombsches Potential, Tunneleffekt	114
5.2 Astronomische Probleme	115
5.2.1 Gravitationsinstabilität in interstellaren Wolken – Kontraktion – Entstehung von Sternen	115
5.2.2 Thermonukleare Reaktionen in Sternen auf der Hauptreihe	117
5.2.3 Kernprozesse in Sternen außerhalb der Hauptreihe	120
5.2.4 Endstadien der Sterne: Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher	122
<b>Anhang</b>	130
A.1 Erläuterung einiger Begriffe	130
A.2 Die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten und Besonderheiten des Planetensystems, die wichtigsten Zustandsgrößen der Sterne	135
A.3 Lösungen der Aufgaben	140
<b>Literaturverzeichnis</b>	145
<b>Sachwortverzeichnis</b>	147
<b>Verzeichnis der Himmelsobjekte</b>	153
<b>Namenverzeichnis</b>	155