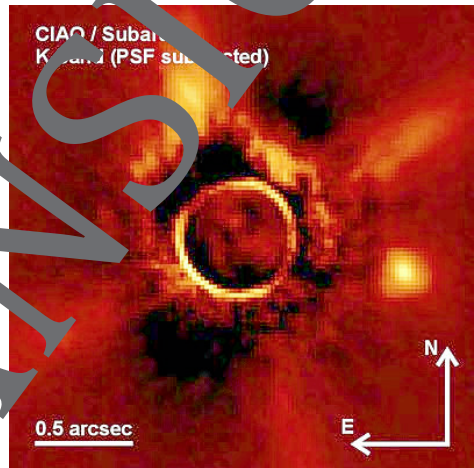


UNTERRICHTS MATERIALIEN

Physik Sek. II



Das Doppelsternsystem γ Cephei

Scheinbare und absolute Helligkeit, Sternradius und Temperatur bestimmen

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und angefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 7141 62900-0
Fax +49 7141 62900-333
schulservice@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Annette Wittnebel
Satz: Riser MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Illustrationen: W. Zettlmeier
Druckschwarz Titel: Fukagawa

Das Doppelsternsystem γ Cephei

Der Stern γ Cephei¹ oder **Errai** wird laut der Zeitschrift *Sterne und Weltraum* von einem Planeten der 1,76-fachen Jupitermasse begleitet. Dort heißt es: „Dies wäre heute² bei 102 weiteren bekannten Exoplaneten zweifellos noch eine Meldung wert, wäre Gamma Cephei nicht ein recht enges Doppelsternsystem. Der Planet umrundet den Hauptstern von Gamma Cephei, einen Stern des Spektraltyps K1 [IV]³ mit 1,59 Sonnenmassen, in einem mittleren Abstand von 2 AE (300 Millionen km) und benötigt dafür 2,47 Jahre. Die Exzentrizität liegt bei 0,2, vergleichbar mit jener der Merkurumlaufbahn. Der Hauptstern wird seinerseits begleitet von einem 0,4 Sonnenmassen schweren Stern des Spektraltyps M1[V]⁴. Seine Umlaufbahn ist stark elliptisch mit einer Exzentrizität von 0,44. [...] und entfernt sich bis zu 32 AE.“⁵

Weitere Daten über den Hauptstern Errai A entnehmen Sie z. B. der Astronomie-Software **GUIDE 8.0**: So beträgt seine scheinbare Helligkeit 3,20, wobei Errai A eine trigonometrische Parallaxe von $72,50 \pm 0,52$ Millibogensekunden besitzt. Seine relative Leuchtkraft beträgt $8,23 \pm 0,15$ Sonnenleuchtkräfte.

1. Der Unterriese Errai A

- Berechnen Sie, unter Berücksichtigung des Fehlerintervalls, die Entfernung von Errai A von der Sonne in Lichtjahren.
- Berechnen Sie, unter Berücksichtigung des Fehlerintervalls, die absolute Helligkeit von Errai A.

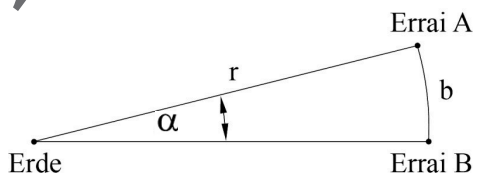
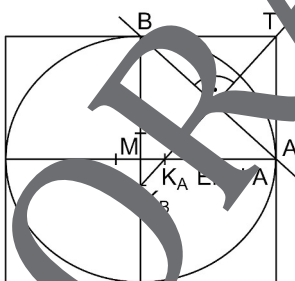
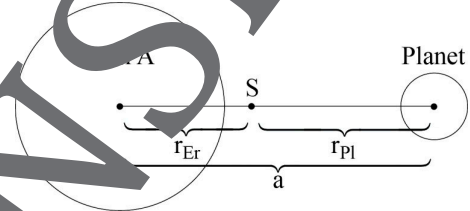
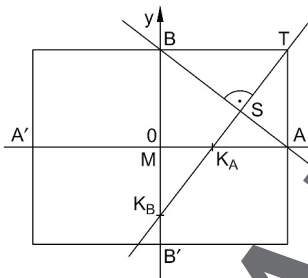
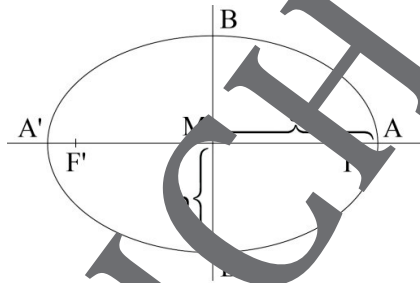
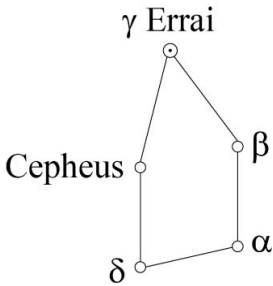
1 Im Anhang finden Sie eine Abbildung des Sternbildes Cepheus. Es ist das ganze Jahr über in Deutschland zirkumpolar.

2 Laut exoplanet.eu (Stand 13.01.19) gibt es Stand 13.01.19 3950 Exoplaneten in 2948 Systemen.

3 & 4 IV bedeutet, dass Errai A ein sog. Unterriese ist. Das bedeutet Folgendes: Da seine Masse kleiner als das 2,3-Fache der Masse unserer Sonne ist, hat er – da in seinem Zentrum kein Wasserstoff mehr zur Fusion vorhanden ist, die Temperatur in seinem Inneren aber nicht zur Verschmelzung von Helium zu Kohlenstoff (Drei- α -Prozess) ausreicht – nur noch die Möglichkeit, Energie durch die Fusion von Wasserstoff zu Helium zu gewinnen. Das geschieht dadurch, dass diese Fusion in der Schicht, die den „ausgebrannten“ Kern umgibt, stattfindet. Im Hertzsprung-Russell-Diagramm liegt er bei Sternen des gleichen Spektraltyps der Hauptreihe (Leuchtkraftklasse V oder Zwergsterne) und unterhalb des Gebietes der Riesensterne (Leuchtkraftklasse III) [nach Wikipedia]. Der Begleiter von Errai A, Errai B genannt, ist somit ein Zwerg, ein Hauptreihenstern.

5 Quelle: Zeitschrift *Sterne und Weltraum*, Heft 12 des Jahres 2002, Seite 12

Das Doppelsternsystem γ Cephei



Kompetenzprofil

- Niveau: vertiefend
- Fachlicher Bezug: Astronomie
- Kommunikation: argumentieren, vergleichen, begründen
- Problemlösen: Probleme erkunden, Ergebnisse reflektieren
- Modellierung: –
- Medien: Formelsammlung, Internet
- Methode: Gruppenarbeit
- Inhalt in Stichworten: scheinbare bzw. absolute Helligkeit; Lichtkraft; Sternradius; effektive Temperatur; trigonometrische Parallaxe; Schwerpunkt; Ellipse

Autor: Werner Auer, Fürth

Lösung

1. a) *Gegeben:* trigonometrische Parallaxe $p = 72,50 \pm 0,52$ Millibogensekunden
 $p_1 = 72,50 - 0,52$ Millibogensekunden $= 0,07198''$ und
 $p_2 = 72,50 + 0,52$ Millibogensekunden $= 0,07398''$.

Gesucht: Entfernung r in Lichtjahren (Lj).

Es gilt:

$$\frac{r}{1 \text{ pc}} = \frac{1''}{p}, \text{ d. h. } r = \frac{1''}{p} \cdot 1 \text{ pc} \text{ und } 1 \text{ pc} = 3,262 \text{ Lj.}$$

Also:

$$r_1 = \frac{1''}{0,07198''} \cdot 1 \text{ pc} \approx 13,89 \text{ pc} \approx 45,28 \text{ Lj} \text{ und}$$

$$r_2 = \frac{1''}{0,07398''} \cdot 1 \text{ pc} \approx 13,69 \text{ pc} \approx 44,63 \text{ Lj.}$$

Damit ergibt sich r als arithmetisches Mittel von r_1 und r_2 zu 13,79 pc, d. h.

$$r = 13,79 \pm 0,10 \text{ pc} \text{ oder} \\ = 44,96 \pm 0,32 \text{ Lj.}$$

Das Sternensystem ist etwa 44,96 Lichtjahre von der Sonne entfernt.

6. Winkel (in Grad) = Grad + $\frac{\text{Winkelminuten}}{60}$ + $\frac{\text{Winkelsekunden}}{3600}$