

Übungen zur Vorlesung

Einführung in die Astronomie (WS2012/13)

Cornelis Dullemond, Ralf Klessen

Übungsblatt 8

20 Punkte

1. 40 Eridani B

Einer der am leichtesten beobachtbaren Weißen Zwerge liegt im Sternbild Eridanus. Das 40 Eridani Dreifachsystem besteht aus den Sternen 40 Eri A, einem ungefähr sonnenähnlicher K1-Stern 4. Magnitude, 40 Eri B, einem Weißen Zwerg mit der scheinbaren Helligkeit $\sim 10^m$, und 40 Eri C, einem roten M4-Stern der scheinbaren Helligkeit 11^m . Das System ist hierarchisch aufgebaut, wobei 40 Eri B und 40 Eri C ein enges Doppelsystem bilden und in weitem Abstand (~ 400 AU) um den Primärstern 40 Eri A kreisen. Uns interessiert hier nur das Binärsystem 40 Eri B und C.

- a) Die Periode des 40 Eri B + C Systems beträgt 252,1 Jahre und wir messen eine trigonometrische Parallaxe von $0,201''$. Für die große Halbachse der reduzierten Masse finden wir $6,89''$. Das Verhältnis der Abstände von 40 Eri B und C vom gemeinsamen Schwerpunkt ist $a_B/a_C = 0,37$. Bestimmen Sie die Massen von 40 Eri B und C im Vergleich zur Sonne. (3 Punkte)
- b) Die absolute Helligkeit von 40 Eri B ist $9,6^m$. Berechnen Sie die Leuchtkraft im Vergleich zur Sonne. (2 Punkte)
- c) Die spektroskopisch bestimmte Effektivtemperatur von 40 Eri B ist 16.900 K. Was ist der Radius? Vergleichen Sie mit dem Erd- und Sonnenradius. (2 P.)
- d) Bestimmen Sie die Dichte des Weißen Zwerges. (1 Punkt)

2. Rotation und Magnetfelder von Neutronensternen

In einem Gedankenexperiment nehmen wir an, dass unsere Sonne homolog zu einem Neutronenstern mit 10 km Radius kontrahiert.

- a) Was ist die Rotationsperiode des Neutronensterns, wenn wir jedweden Massenverlust vernachlässigen? (2 Punkte)
- b) Was ist die Magnetfeldstärke unter dieser Annahme? (2 Punkte)

Obwohl die Sonne nicht als Neutronenstern enden wird, zeigt diese Überlegung, dass die Erhaltung von Drehimpuls und magnetischem Fluss während des Kollaps zum Neutronenstern die bei Pulsaren beobachteten Frequenzen und Magnetfeldstärken erklären kann.

Hinweis: Bitte recherchieren Sie die fehlenden Angaben in der Literatur oder im Internet. Überlegen Sie, welche Werte Sie am besten verwenden.

3. Drehimpuls und Sternentstehung

Sterne entstehen aus dem gravitativen Kollaps von kaltem Molekülwolkengas. Um die Rolle des Drehimpulses bei diesem Prozess zu untersuchen, betrachten wir einen prästellaren Wolkenkern mit einer mittleren Dichte von $\rho = 1,67 \times 10^{-20} \text{ g cm}^{-3}$, einem Radius $R = 0,1 \text{ pc}$ und einer konstanten Winkelfrequenz von $\Omega = 10^{-14} \text{ s}^{-1}$. Wir nehmen (fälschlicherweise) an, dass die sphärische Symmetrie und die Homogenität in der Dichte sowie die starre Rotation während der Kontraktion erhalten bleiben.

- a) Berechnen Sie den Gesamtdrehimpuls des Wolkenkernes. (2 Punkte)
- b) Die Wolke kollabiert nun zu einem Stern mit Radius $R \approx 1R_{\odot}$. Was ist die Rotationsgeschwindigkeit an der Oberfläche? (2 Punkte)
- c) Kann die Schwereanziehung das Objekt zusammenhalten? Diskutieren Sie das Ergebnis. (2 Punkte)
- d) Berechnen Sie den Drehimpuls der Sonne und vergleichen Sie mit dem Wert des Wolkenkernes. Welche Prozesse können das gefundene Resultat erklären? (2 Punkte)



FROHE FESTTAGE und ALLES GUTE für 2013!