

Übungen zur Vorlesung Einführung in die Astronomie (WS2012/13)

Cornelis Dullemond, Ralf Klessen

Kapitel 2

1. Bis zu welcher Entfernung können wir Sterne detektieren?

Betrachten Sie folgende fünf Sterne:

Nr	T_{eff} [K]	R_*/R_{\odot}	M_*/M_{\odot}	Sp-Typ
1	30000	6.6	16	O
2	6000	1	1	G
3	3000	0.1	0.1	M
4	1000	0.1	0.05	L
5	400	0.1	0.02	Y

Wichtig: Als Vereinfachung gehen wir davon aus, dass wir ihre Spektren als perfekte Schwarzkörper mit Temperatur T_{eff} betrachten können.

- [2pt] Berechnen Sie die absoluten bolometrischen Helligkeiten L dieser Sterne (in Einheiten von erg/s).
- [2pt] Welche absoluten bolometrischen Magnituden haben sie?
- [2pt] Bei welchen Wellenlängen (in μm) müsste man die Sterne jeweils beobachten, um den größten Fluss zu messen? Bitte schreiben Sie jeweils auch dazu ob dies im ultravioletten, optischen oder infraroten Bereich ist.
- [6pt] Das Very Large Telescope (VLT) auf Paranal in Chile hat ein Instrument namens HAWK-I, das im K-Band eine "limiting magnitude" von 22.3 hat (für eine Integrationszeit von 1 Stunde). Berechnen Sie, bis zu welcher Entfernung (in parsec) man die o.g. Sterne mit HAWK-I in einer Stunde Integrationszeit detektieren kann.
- [2pt] Vergleichen Sie diese Abstände mit typischen Abständen wie z.B. dem Abstand bis proxima-Centauri, der Größe unserer Milchstraße und dem Abstand bis zu der Andromeda-Galaxie. Wikipedia ist erlaubt.
- [2pt] Wenn Sie 4 Stunden integrieren würden, wie viel weiter kann man dann hinausschauen?

2. Scheinbare Helligkeit eines Kugelsternhaufens

Die Scheibe unserer Galaxis ist von einer Vielzahl von Kugelsternhaufen umgeben. Diese Objekte sind recht kompakte, kugelförmige Ansammlungen vieler Sterne, die alle etwa zur gleichen Zeit entstanden und gravitativ gebunden sind. Betrachten wir einen solchen Kugelsternhaufen und nehmen an, dass wir die einzelnen Sterne nicht auflösen können. Wir sehen also ein punktförmiges Objekt am Himmel.

- [3pt] Angenommen der Sternhaufen besteht aus 1000 gleichen, sonnenähnlichen Sternen mit einer scheinbaren Helligkeit von $m = 10$ mag. Wie groß ist die gesamte scheinbare Helligkeit des Sternhaufens?

- (b) [3pt] Betrachten wir nun ein Sternentstehungsgebiet, das aus zwei Sternen der scheinbaren Helligkeiten $m_1 = 10$ mag und $m_2 = 13$ mag besteht. Wie groß ist die scheinbare Helligkeit dieser zwei Objekte zusammen?

3. Interstellare Extinktion

Bevor das Licht, das ein Stern ausstrahlt, uns erreicht, durchläuft es das interstellare Medium (ISM) zwischen uns und dem Stern. Der Staub im ISM absorbiert und streut einen Teil des Lichtes. Dies nennt sich *Extinktion*. Durch die Extinktion ist der gemessene Fluss des Sterns F_ν^{obs} schwächer als man auf Grund der Distanz erwarten würde. Die Formel für F_ν^{obs} lautet:

$$F_\nu^{\text{obs}} = \frac{L_\nu}{4\pi d^2} e^{-\tau_\nu} \quad (5)$$

wobei L_ν die Leuchtkraft des Sterns ist, d der Abstand und τ_ν die *optische Tiefe* des Staubes entlang der Sichtlinie bei Frequenz ν . Je mehr Staub es im ISM gibt, desto größer ist die optische Tiefe.

- (a) [3pt] Machen Sie plausibel, warum die optische Tiefe zum Stern *linear* proportional zu der Menge Staub entlang der Sichtlinie ist, und warum (wie in Gleichung 5) der beobachtete Fluss *exponentiell* mit der optischen Tiefe abfällt. Betrachten Sie dazu die Wahrscheinlichkeit, dass ein Photon ein Staubteilchen trifft.
- (b) [3pt] Wenn ein Stern eine scheinbare Magnitude $V_{\text{ohnestaub}}$ im V-Band hätte wenn es keinen Staub im ISM geben würde, zeigen Sie, dass seine wirklich gemessene scheinbare Magnitude

$$V = V_{\text{ohnestaub}} + 1.0857 \tau_V \simeq V_{\text{ohnestaub}} + \tau_V \quad (6)$$

ist, wo τ_V die optische Tiefe im V-Band ist. Hinweis: $^{10}\log(e^{-\tau_V}) = -\tau_V / \ln(10)$.

(Zur Information: Der Term $1.0857 \tau_V$ wird in der astronomischen Literatur oft als A_V geschrieben. Also A_V eines Sterns ist ungefähr die optische Tiefe zum Stern im V-Band.)