

Übungen zur Einführung in die
Astronomie und Astrophysik I, 7

1. Schätzen Sie die Temperaturobergrenze für Hauptreihensterne ab, wenn die maximale Masse auf der Hauptreihe $100 M_{\odot}$ beträgt. Für die heißesten O-Sterne hat man $T_{\text{eff}} \approx 52\,000\text{ K}$ bestimmt. Diskutieren Sie die möglichen Ursachen für die Diskrepanz.

(2 Punkte)

2. Die Strahlung der Sonne ($m_V = -26.8^{\text{m}}$) werde durch Nebel auf die Helligkeit des Vollmondes ($m_V = -12.5^{\text{m}}$) reduziert. Welche optische Tiefe kann man der Nebelschicht zuordnen?

(2 Punkte)

3. Die Strahlung an der Oberfläche eines Sterns entstammt unterschiedlich tiefen Schichten der Photosphäre. Die unter einem Winkel ϑ relativ zur Normalen der Atmosphäre austretende Strahlung wird bis zu ihrem Austritt um den Faktor $\exp(-\tau_{\nu}/\cos \vartheta)$ abgeschwächt. Die Strahlungsintensität an der Oberfläche $\tau_{\nu} = 0$ ist dann gegeben durch

$$I_{\nu}(0, \vartheta) = \int_0^{\infty} S_{\nu}(\tau_{\nu}) e^{(-\tau_{\nu}/\cos \vartheta)} d(\tau_{\nu}/\cos \vartheta).$$

Zeigen Sie durch Reihenentwicklung der Quellfunktion $S_{\nu}(\tau_{\nu})$ in einer optischen Tiefe τ^* , dass die Eddington-Barbier-Näherung gilt, d.h.

$$I_{\nu}(0, \vartheta) \approx S_{\nu}(\tau_{\nu} = \cos \vartheta).$$

(3 Punkte)

4. Es werde ein Gas aus neutralem Wasserstoff im thermodynamischen Gleichgewicht betrachtet.
- Bei welcher Temperatur haben der Grundzustand ($s = 1$) und der erste angeregte Zustand ($s = 2$) identische Besetzungszahlen (d. h. $N_1 = N_2$)?
 - Welche Besetzungszahl (N_3/N_1) ergibt sich bei dieser Temperatur für das zweite angeregte Niveau ($s = 3$)?

Berücksichtigen Sie bei der Anwendung der Boltzmannformel, dass für die statistischen Gewichte im H-Atom gilt: $g_s = 2s^2$.

(2 Punkte)

5. Eine genauere Untersuchung zeigt, dass die in der Saha-Gleichung auftretende Zustandssumme

$$u = \sum_{i=1}^{\infty} g_i \exp(-\chi_i/kT)$$

divergiert. Warum ist dieser mathematische Sachverhalt bei stellaren Plasmen irrelevant?

(1 Punkt)