



Frage 1: Sternaufbau

- Welche Leuchtkraft (in solaren Einheiten) und absolute Helligkeit hat ein Hauptreihenstern der zehnfachen Sonnenmasse?
- Bei der Wasserstofffusion wird pro Fusionsereignis eine Energie von 26 MeV frei. Wie viele solche Prozesse müssen pro Sekunde ablaufen, um die Sonnenleuchtkraft zu liefern?
- Wie viele Jahre kann die Sonne im Hauptreihenstadium verbleiben, wenn 10% der Wasserstoffmasse der Sonne während des Hauptreihenstadiums fusionieren?
- Die Sonne strahlt seit 4,5 Milliarden Jahren mit etwa konstanter Leuchtkraft. Berechnen Sie die Masse, die der Sonne auf diese Weise verloren gegangen ist. Wie viel Prozent der Sonnenmasse ist dies?

Frage 2: Bedingungen im Sonneninneren

Diese Aufgabe wird als Präsenzaufgabe in den Übungen gelöst werden.

Im Folgenden werden wir aus der Annahme der Hydrostasie den mittleren Druck und die Temperatur im Sonneninneren abschätzen.

- Aus der Annahme der Hydrostasie wurde in der Vorlesung gezeigt, daß

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{GM_r\rho}{r^2} \quad (2.1)$$

Um den Druck im Sonneninneren abzuschätzen, nehmen wir an, daß die Dichte im Sonneninneren überall der mittleren Dichte entspricht: $\rho(r) = \langle\rho\rangle = \text{const.}$. Bestimmen Sie die mittlere Dichte und die innerhalb des Radius r eingeschlossene Masse M_r und ermitteln Sie durch Trennung der Variablen den Druck bei dem Radius $r/2$. Beachten Sie dabei die Randbedingung $P(r = R) = 0$.

- Da das Gas im Inneren der Sonne der idealen Gasgleichung genügt, gilt

$$P = \frac{\langle\rho\rangle}{\mu m_p} kT \quad (2.1)$$

woraus bei bekanntem Druck die Temperatur abgeleitet werden kann. Hier ist μ das mittlere Molekulargewicht, d.h. die mittlere Masse aller druckausübenden Teilchen pro Proton. Bestimmen Sie μ für den Fall vollständig ionisierten Wasserstoffgases. Warum ist dieser Wert kleiner als der korrekte Wert für Materie solarer Zusammensetzung, $\mu = 0.61$? Bestimmen Sie für $\mu = 0.61$ die typische Temperatur in der Sonne.