

**Übungen zur Vorlesung „Astronomie und Astrophysik 1“, WS 2017/18****3. Übungsblatt vom 14.11.2017**

Abgabe der schriftlichen Aufgabe: Dienstag, 21.11.2017, 16:15 Uhr, nach der Vorlesung

**Aufgabe 9: Eddingtonsche Leuchtkraftgrenze****(schriftlich, 10 Punkte)**

Aus den Grundgleichungen des Sternaufbaus kann eine Obergrenze für die Leuchtkraft  $L$  (gesamte emittierte Energie pro Zeiteinheit) eines Sternes hergeleitet werden, der sich im hydrostatische Gleichgewicht befindet und durch Strahlungstransport dominiert wird. Wir nehmen sphärische Symmetrie an.

- a) Wie groß ist die Energiestromdichte  $S(r)$  (Energie pro Zeit und Fläche) der Strahlung im Abstand  $r$ ? Wie groß ist damit die Impulsstromdichte  $S_{\text{imp}}(r)$  der Strahlung?
- b) Bei der Thomson-Streuung der Strahlung an den Elektronen wird Impuls auf die Elektronen übertragen. Berechnen Sie unter Verwendung der Beziehung "Rate = Wirkungsquerschnitt x Stromdichte" und dem Thomson-Streuquerschnitts  $\sigma_{\text{Th}} = 8\pi/3r_e^2$  ( $r_e =$  klassischer Elektronenradius  $= 2,82 \times 10^{-15}$  m) die bei der Streuung übertragene Kraft  $F_{\text{rad}}(r)$ .
- c) Setzen Sie diese gleich der Gravitationskraft, die vom Stern mit Masse  $M$  auf eine Protonenmasse  $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$  kg am Ort  $r$  ausgeübt wird, und berechnen Sie daraus die Leuchtkraft. Welcher Wert ergibt sich für die Sonnenmasse  $M = 1,99 \times 10^{30}$  kg?

**Aufgabe 10: Fermienergie in weißen Zwergen****(5 Punkte)**

Schätzen Sie ab, wie hoch die Fermienergie  $E_F$  (in eV) des Elektronengases in einem weißen Zwergstern der kritischen Dichte  $\rho_c = m_p/\lambda_{\text{Ce}}^3$  ist ( $m_p =$  Protonenmasse,  $\lambda_{\text{Ce}} = \hbar/m_e c =$  Compton-Wellenlänge des Elektrons).

Welcher Temperatur  $E_F/k_B$  ( $k_B$ : Boltzmann-Konstante) entspricht dies?

Vergleichen Sie mit typischen Werten der Fermienergie des Elektronengases in Festkörpern.