

Übungen zur Physik der Sterne WiSe 2011/12

Übungszettel 11 (6. Januar 2012)

**Abgabe: bis Donnerstag, 12. Januar, bei der Vorlesung
Besprechung in den Übungen am 19. & 20.1.**

Übungen: Do 14-16h und Fr 12-14h (Dr. Tobias Schmidt)

1. Verlauf einer Supernova:

Bitte erläutern Sie den Verlauf einer Supernova-Explosion:

Wie ist die innere Struktur des Vorläufersterns ? Warum kommt es zum Kollaps ?

Warum kommt es zu einer Explosion mit Abgabe von Material nach aussen ?

Wie werden die vielen abgegebenen Neutrinos erzeugt ?

(2 Punkte)

2. SNIa als Standardkerzen:

Welcher physikalische Prozess steckt hinter einer Supernova-Explosion des Typs SNIa ?

Warum sind solche Explosionen als Standardkerzen zur Entfernungsbestimmung geeignet ?

Welche Evidenz liegt für beschleunigte Expansion des Universums vor ?

Was sind die Ursachen für die Knicke in den Lichtkurven (siehe Rückseite) ?

(2 Punkte)

3. Entfernungsleiter:

Erläutern Sie je drei verschiedenen Methoden zur sekundären und tertiären (indirekten) Entfernungsbestimmung.

Wie würden Sie die SNIa Beobachtungen einordnen, als primäre, sekundäre oder tertiäre Methode ?

(2 Punkte)

4. Eddington-Leuchtkraft:

Bei der Thomson-Streuung wird elektromagnetische Strahlung an freien Elektronen gestreut.

(a) Berechnen Sie für diesen Streuprozess den Streuquerschnitt $\sigma_{Thomson}$ eines Elektrons (in m^2). $\sigma_{Thomson} = \frac{8\pi}{3}r_e^2$, mit r_e dem klassischen Elektronenradius.

Der klassische Elektronenradius ist der Abstand zweier Elektronen zueinander bei dem das Coulomb-Potential gerade der Ruheenergie eines Elektrons entspricht.

(b) Berechnen Sie allgemein die an der Oberfläche eines Sterns auf die Materie (H-Atome) wirkende Strahlungsbeschleunigung. Diese Beschleunigung wird durch Thomson-Streuung elektromagnetischer Strahlung an den Elektronen der Sternmaterie hervorgerufen.

(c) Die maximale Leuchtkraft, die ein Stern erreichen kann, bevor er durch den Strahlungsdruck auseinander gerissen wird, wird als Eddington-Leuchtkraft bezeichnet. Zeigen Sie, dass für die Eddington-Leuchtkraft L_E eines Sterns der Masse M gilt:

$L_E = 4\pi \cdot M \cdot G \cdot c \cdot m_H / \sigma_{Thomson}$, mit m_H der Masse des Wasserstoff-Atoms.

(d) Die hellsten bekannten Überriesen weisen eine bolometrische Helligkeit $M_{bol} = -10$ mag auf. Welche maximale Masse (in M_\odot) erwarten Sie für diese Sterne unter der Annahme, dass ihre Leuchtkraft der Eddington-Leuchtkraft entspricht ?

(e) Die Hauptreihe im H-R Diagramm ist nach oben und unten hin begrenzt. Was sind die physikalischen Gründe dafür, dass es keine Sterne mit mehr als etwa $\sim 100 M_\odot$ oder weniger als $\sim 0.078 M_\odot$ geben kann ? Wie gross ist die Eddington-Leuchtkraft bei $100 M_\odot$ (in Sonnenleuchtkräften) ?

(4 Punkte)