

Übungen zur Physik der Sterne WiSe 2011/12

Übungszettel 13 (19. Januar 2012)

**Abgabe: bis Donnerstag, 26. Januar, bei der Vorlesung
Besprechung in den Übungen am 1. & 2.2.**

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

Achtung: Diese Aufgaben sind als freiwillige Zusatzaufgaben gedacht: Die hier in Blatt 13 erreichbaren Punkte werden nicht zu den maximal erreichbaren Punkten gerechnet, die bei der Notenvergabe berücksichtigt werden. Die für diese Aufgaben von Ihnen erhaltenen Punkte werden jedoch bei der Notenfindung berücksichtigt.

1. Alter und Magnetfeld bei Neutronensternen.

(a) Differenzieren Sie einen Ausdruck für die Rotationsenergie eines Neutronensterns (abhängig von Trägheitsmoment und Winkelgeschwindigkeit) nach der Zeit.

Mit dem Ansatz

$$\dot{\Omega} = -k \cdot \Omega^n$$

mit der Konstante k und (Dipol-)Bremsindex n können Sie dann einen Ausdruck für das sog. charakteristische Alter des Sterns herleiten, das nur noch von n , der Periode und der Periodenänderung abhängt. Bedenken Sie dabei auch, dass die anfängliche Periode viel kürzer ist als eine später beobachtete Periode.

Sie können dann auch die zur Rotationsachse senkrechte Komponente des magnetischen Dipol-Moments betrachten, das u.a. von dem Winkel α zwischen Rotationsachse und Dipol-Moment abhängt.

(b) Die magnetische Energie E_B eines Neutronensterns (als Dipol, d.h. $n = 3$) nimmt mit der Zeit ab:

$$\frac{d E_B}{d t} = - \frac{B_{dipol}^2 \cdot R^6 \cdot \omega^4 \cdot \sin^2 \alpha}{6 \cdot c^2}$$

mit magnetischer Feldstärke B_{dipol} an den Polen des Dipols, Winkelgeschwindigkeit ω , Neutronensternradius R und Lichtgeschwindigkeit c . Diesen Energieverlust können Sie mit dem Verlust an Rotationsenergie gleichsetzen, in dem u.a. das Trägheitsmoment (s.o.) steckt. Leiten Sie dann einen Ausdrucks für die Magnetfeldstärke her, die dann nur noch abhängt von Periode und Periodenänderung - bitte erneut nur eine grobe Abschätzung der Größenordnung herleiten.

(7 Punkte)

2. Masse und Radius eines Neutronensterns.

Setzen Sie die Gravitationsenergie eines Sterns gleich dem Zehntel des Energieäquivalents seiner Ruhemasse. Berechnen Sie daraus zunächst grob den Radius eines Neutronensterns, dann seine Masse. Als Dichte können Sie die typische Dichte im Atomkern annehmen.

(3 Punkte)