

Übung zur Vorlesung Neutronensterne WiSe 2013/14

Übungszettel 4 (22. November 2013)

**Abgabe: bis Freitag, 29. November, bei der Vorlesung oder Übung
Besprechung in der Übung am 6.12.**

Übung: Fr 16-18h (Dr. Tobias Schmidt), Beginn 16:15h

1. Integrieren Sie die TOV-Gleichung für $\rho = \text{const.}$ Nutzen Sie dabei folgendes Integral:

$$\int \frac{dx}{X} = \frac{2}{\sqrt{\Delta}} \arctan\left(\frac{2ax+b}{\sqrt{\Delta}}\right) \quad \text{falls } \Delta > 0 \quad (1)$$

$$\int \frac{dx}{X} = \frac{1}{\sqrt{-\Delta}} \ln\left(\frac{2ax+b-\sqrt{-\Delta}}{2ax+b+\sqrt{-\Delta}}\right) \quad \text{falls } \Delta < 0 \quad (2)$$

Dabei ist $X = ax^2 + bx + c$ und $\Delta = 4ac - b^2$. Welchen Radius muß der Neutronenstern mindestens haben, damit er nicht kollabiert ($p < \infty$) ? (4.5 Punkte)

Wie groß kann deshalb die maximale gravitative Rotverschiebung einer Spektrallinie sein (1 Punkt) ?

Finden Sie einen Ausdruck für die maximale Rotationsfrequenz und wie groß ist diese für $R=10$ km (1 Punkt).

2. Zeichnen Sie ein Masse-Radius Diagramm und kennzeichnen sie folgende Bereiche: den Schwarzschildradius, Stabilitätsgrenze ($\text{Druck} < \infty$) und Kausalitätsgrenze (stets mit Angaben im Vielfachen des Schwarzschildradiuses; insgesamt 1 Punkt).

Zeichnen Sie repräsentativ Kurven gleicher R_∞ (1 Punkt), sowie Linien für die größte bekannte Rotationsfrequenz (716 Hz, 1 Punkt) eines Neutronensterns und für die Kompaktheit von RBS 1223 ($M/R=0.087$ in Einheiten von Sonnenmassen und Kilometern, 1 Punkt).

Zeichnen Sie repräsentativ jeweils eine Kurve für eine steife und eine weiche Zustandsgleichung und für Quarkmaterie ein (1 Punkt).