

# Übung zur Vorlesung Neutronensterne SoSe 2016

## Übungszettel 9 (31. Mai 2016)

**Abgabe: bis Dienstag, 7. Juni, bei der Vorlesung  
Besprechung in der Übung am 14.6.**

**Übung: Di 16-18h (MSc Daniel Wagner)**

### 1. **Massenaustausch in Doppelsternen - Roche-Fläche.**

Ein alter Neutronenstern und ein alter normaler Stern kreisen um ihren gemeinsamen Massenschwerpunkt, der ausserhalb der beiden Sterne liege. Wenn sich der normale, auf der Hauptreihe masseärmere Stern zum Riesen entwickelt, wird er Material (und Drehimpuls) an den Neutronenstern abgeben, der dann zum recycelten Millisekundenpulsar werden kann.

In einem mitbewegten Koordinatensystem wirken an jeder Stelle  $P(x,y,z)$  drei Beschleunigungen: die Schwerebeschleunigung der beiden Massen  $g_1$  und  $g_2$  und die Fliehkraftbeschleunigung infolge der Rotation des Systems um die Schwerpunktsachse  $a_3$ .

Stellen Sie die Gleichung für das Gesamtpotential  $\Phi = \Phi(x, y, z)$  auf mit

$$\Phi(x, y, z) = g_1 + g_2 + a_3$$

wobei  $g_1$  abhängig ist von der Masse des einen Sterns und dem Abstand des obigen Punktes P von dieser Masse und analog  $g_2$  von Masse des anderen Sterns und dessen Abstand des obigen Punktes P. Der Summand  $a_3$  ist abhängig vom Abstand der Schwerpunkts- bzw. Rotationsachse von P und der Winkelgeschwindigkeit darum.

Berechnen Sie die sog. *kritische* Äquipotentialfläche, d.h. die 3-dimensionale Fläche, auf der das Potential verschwindet, und zeichnen Sie diese zusammen mit den Librationspunkten 1, 2 und 3 in einem zwei-dimensionalen Schnitt ein.

(4 Punkte)

### 2. **Neutronisierung:**

Benennen Sie den Namen des kernphysikalischen Prozesses, bei dem bei der Supernova die Neutronisierung der Materie des Kerns des Supernova-Vorläufersterns erreicht wird, und geben Sie die Ausgangsteilchen- und Endprodukte an. Was ist die mittlere Lebenszeit eines Neutrons? Warum sind Neutronensterne dennoch offenbar wesentlich langlebiger?

(2 Punkte)

### 3. **Röntgenstrahlung von Neutronensternen.**

Die Satelliten XMM-Newton und Chandra haben beide eine gute Sensitivität von etwa 0.1 bis 10 keV. (i) Welcher Wellenlängenbereich ist dies in Ångstrom?

(ii) Wenn Neutronensterne thermische Röntgenstrahlung abgeben, wie heiß müssen sie an der Oberfläche sein, um bei (a) 0.1 und (b) 10 keV maximale Röntgenstrahlung (Peak in der Planckkurve) abzugeben?

(iii) Manche Neutronensterne geben nicht nur thermische Röntgenstrahlung ab, sondern auch weitere Strahlung, die einem Potenzgesetz folgt; durch welchen physikalischen Prozess wird diese Strahlung abgegeben?

(iv) Man kann im Prinzip auch in den Röntgenspektren von Neutronensternen atomare Absorptionslinien detektieren; warum kann man daraus nicht ohne weiteres auf deren Radialgeschwindigkeit schliessen?

(4 Punkte)