

# Übungen zur Physik der Sterne WiSe 2011/12

## Übungszettel 12 (12 Januar 2012)

**Abgabe: bis Donnerstag, 19. Januar, bei der Vorlesung  
Besprechung in den Übungen am 26. & 27.1.**

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

### 1. Rotationsenergie und Dipolstrahlung bei Neutronensternen.

(a) Der Neutronenstern ( $M = 1 M_{\odot}$ ,  $R = 10$  km) im Krabben-Nebel (M1) ist als Pulsar mit einer Pulsperiode von  $P = 0.033$  s zu beobachten. Die Pulsperiode des Pulsars nimmt mit der Zeit langsam zu ( $\dot{P} \simeq 4 \cdot 10^{-13}$ ). Berechnen Sie die Leuchtkraft (in  $L_{\odot}$ ) des Pulsars unter der Annahme, dass die Rotationsenergie des Neutronensterns nach und nach vollständig in Strahlung umgewandelt wird.

b) Welches maximale Alter (in Jahren) besitzt der Pulsar, wenn dieser Dipolstrahlung abstrahlt. Man betrachte den Pulsar vereinfacht als Hertz-Oszillator für dessen Strahlungsleistung gilt:

$$L_{Dipol} \propto 1/P^4$$

(4 Punkte)

### 2. Energieabgabe bei SN1987A.

1987 ereignete sich in der großen Magellanschen Wolke ( $d = 52$  kpc) die Supernova SN1987A wobei auf der Erde Neutrinos mit einer mittleren Energie  $E_{\nu} \sim 10$  MeV detektiert wurden.

a) Welche Gesamtenergie (in J) hat SN1987A abgestrahlt? Nehmen Sie dabei an, dass bei der Supernova ein typischer Neutronenstern ( $M = 1 M_{\odot}$ ,  $R = 10$  km) entstanden ist.

b) Berechnen Sie den mittleren Neutrinofluss von SN1987A (in  $\nu/cm^2s$ ) auf der Erde unter der Annahme, dass praktische die ganze Energie der Supernova in Form von Neutrinos abgestrahlt wurde und dies innerhalb von nur 1 s geschah.

(3 Punkte)

### 3. Strahlungsverteilung eines Neutronensterns.

Der bei einer Supernova entstandene Neutronenstern ( $R = 10$  km) hat noch bis etwa 100 a nach dem Supernova-Ausbruch eine Oberflächentemperatur von  $T = 2 \cdot 10^6$  K.

(a) Bei welcher Wellenlänge (in nm) liegt das Maximum der spektralen Strahlungsverteilung ( $F_{\lambda}$ ) des Neutronensterns, wenn dieser vereinfacht als schwarzer Strahler betrachtet werden kann ?

(b) Bestimmen Sie die Leuchtkraft (in  $L_{\odot}$ ) sowie die absolute bolometrische Helligkeit (in mag) des Neutronensterns.

(c) Der Röntgensatellit XMM hat für Quanten der Energie 0.2-2 keV eine Empfindlichkeit von  $3 \cdot 10^{-19} W/m^2$ . Bis zu welcher Entfernung (in kpc) könnte XMM den jungen Neutronenstern noch detektieren?

(3 Punkte)