

Neutronstjerner

Professor Dr.

Thomas Tauris

Institut for Materialer og Produktion, Aalborg Universitet

Opgaver:

- 1) Betragt en radiopulsar med masse $M = 1.4 M_{\odot}$, radius $R = 12 \text{ km}$, og en rotationsperiode på $P = 2.0 \text{ ms}$. Pga. energitab via magnetisk dipolstråling (se opg. 5) forøges denne periode med raten: $\dot{P} = 1.0 \times 10^{-20} \text{ s s}^{-1}$

Beregn hvor lang tid der går før rotationsperioden er $P = 4.0 \text{ ms}$.
- 2) En anden (ung) neutronstjerne har en overfladetemperatur på $T_{\text{eff}} = 500\,000 \text{ K}$. Anvend Wiens forskydningslov og find den typiske bølgelængde af den udsendte sortlegemestråling. Hvilken slags elektromagnetisk stråling er her tale om?
- 3) Faktatjek. Bestem længden af en bilkø hvis samlede masse svarer til massen af neutronstjernestof indeholdt i et volumen som en terning. Antag massetætheden i neutronstjernens indre er: $\rho \simeq 5 \cdot \rho_{\text{kernestof}} = 5 \cdot 2.8 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$.

Lav selv nogle antagelser omkring de størrelser der indgår i regnestykket.
- 4) Hvis en neutronstjerne roterer stabilt må man kræve at den ikke taber masse pga. rotationen. Betragt en nukleon med massen, m på dens overflade. Der må gælde: $F_{\text{grav}} > F_{\text{centripetal}}$

Dvs.: $G \frac{Mm}{R^2} > mR\Omega^2$, hvor $\Omega = \frac{2\pi}{P}$. Eftervis at: $\bar{\rho} > \frac{3\pi}{GP^2}$
- 5) Magnetfeltstyrken for en pulsar kan udledes fra $B \simeq 3.2 \times 10^{19} \text{ G} \cdot \sqrt{P\dot{P}}$. Beregn tabsraten af rotationsenergi for pulsaren i opg.1 pga. magnetisk dipolstråling når der gælder:

$$\dot{E}_{\text{dipol}} = -\frac{2}{3c^3} |\ddot{m}|^2 \quad \text{og} \quad |\ddot{m}| \simeq BR^3 \Omega^2, \quad \text{hvor } c \text{ er lysets hastighed i vakuum.}$$