

Kompakte stjerner

TOV-LIKNINGEN OG IDEELLE
NØYTRONSTJERNER

Carl Fredrik Andresen

Veileder: Jens Oluf Andersen



Bildet er hentet fra Kurzgesagts video om
nøytronestjerner

Modellering av nøytronstjerner

- Sterke gravitasjonsfelt: Trenger beskrivelse fra generell relativitetsteori
- Anta sfærisk symmetri – Schwarzschild-løsning for interiøret av en massefordeling
- Anta også ideelt fluid
- Leder til TOV-likningen
- Lukke systemet med en tilstandslikning: energitetthet som funksjon av trykk
- Eksempel på tilstandslikning: Ideell Fermi-gass
- Trykk og energitetthet uttrykt ved hjelp av dimensjonløs Fermi-impuls

TOV-likningsystem

$$\frac{dp}{dr} = -\frac{GM(r)\epsilon(r)}{r^2 c^2} \left[1 + \frac{p(r)}{\epsilon(r)} \right] \left[1 + \frac{4\pi r^3 p(r)}{M(r)c^2} \right] \left[1 - \frac{2GM(r)}{rc^2} \right]^{-1}$$

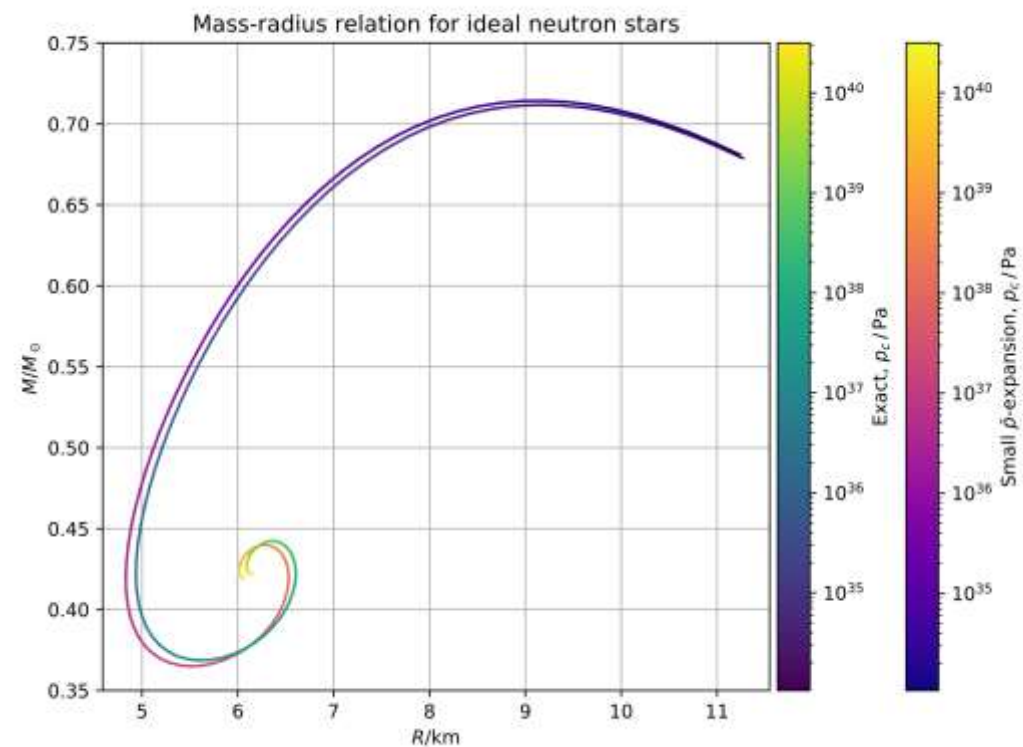
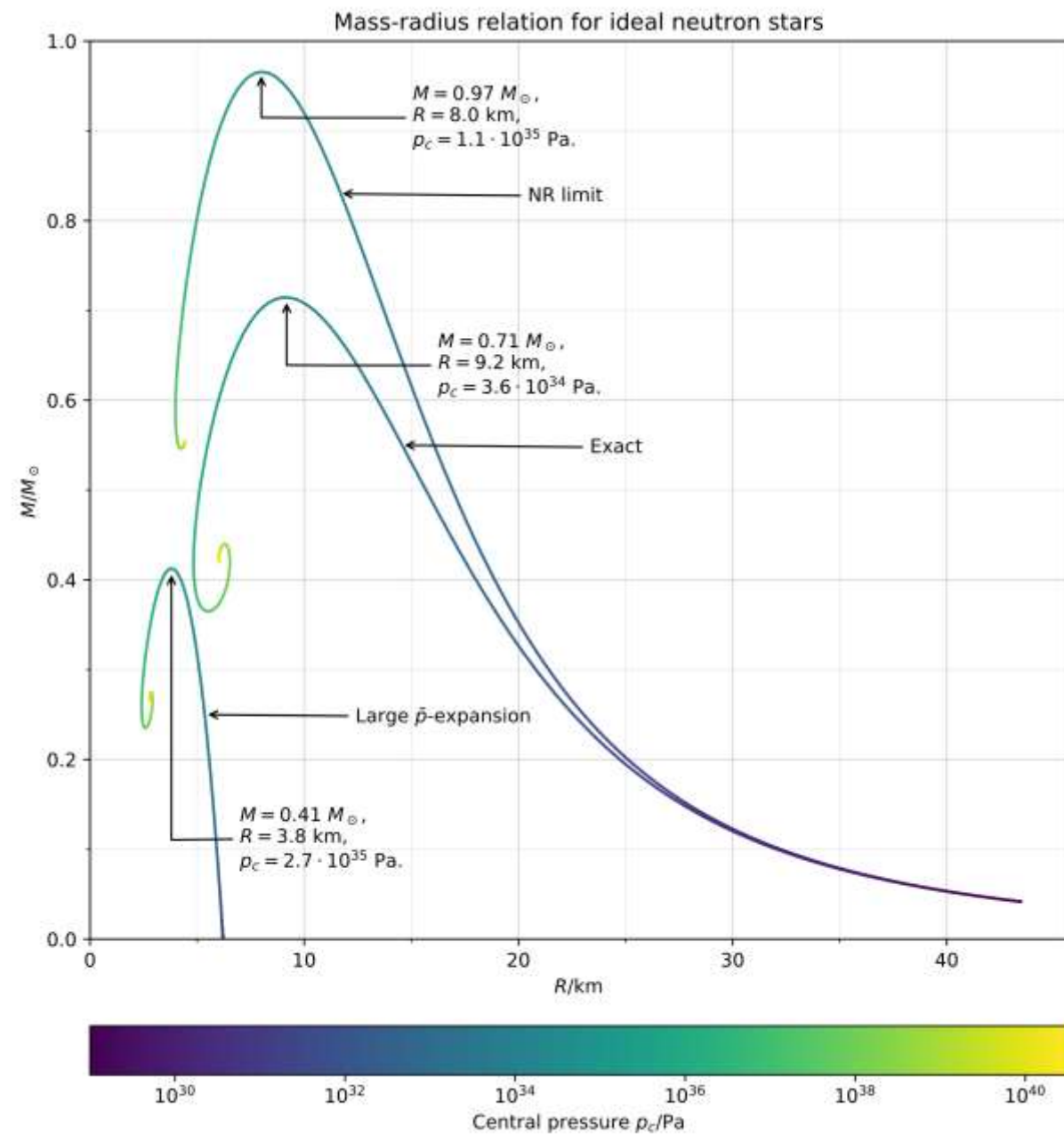
$$M(r) = \int_0^r dr' 4\pi r'^2 \rho(r') = \int_0^r dr' \frac{4\pi r'^2 \epsilon(r')}{c^2}$$

$$\epsilon = \epsilon(p)$$

Ideell Fermi-gass

$$p = \varepsilon_g \left[\frac{x_F^3 \sqrt{1 + x_F^2}}{12} + \frac{\operatorname{arcsinh}(x_F) - x_F \sqrt{1 + x_F^2}}{8} \right]$$

$$\epsilon = \varepsilon_g \frac{2x_F^3 \sqrt{1 + x_F^2} + x_F \sqrt{1 + x_F^2} - \operatorname{arcsinh}(x_F)}{8}$$

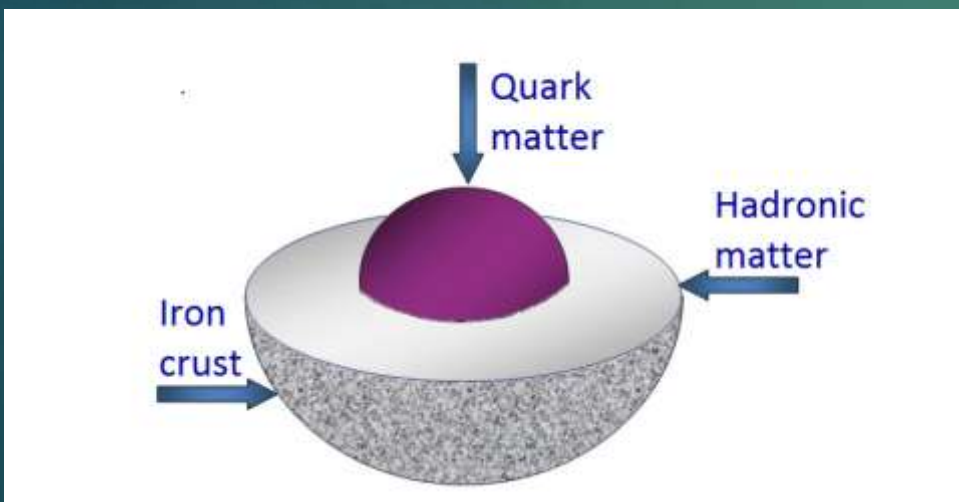


Masse-radius-relasjoner for ideelle nøytronstjerner

- Predikerer maksimal nøytronstjernemasse $M = 0.71 M_{\odot}$
- Stabilitet
- Det er observert nøytronstjerner som er over dobbelt så tunge
- Behov for en mer realistisk tilstandslikning

Oppgradert modell

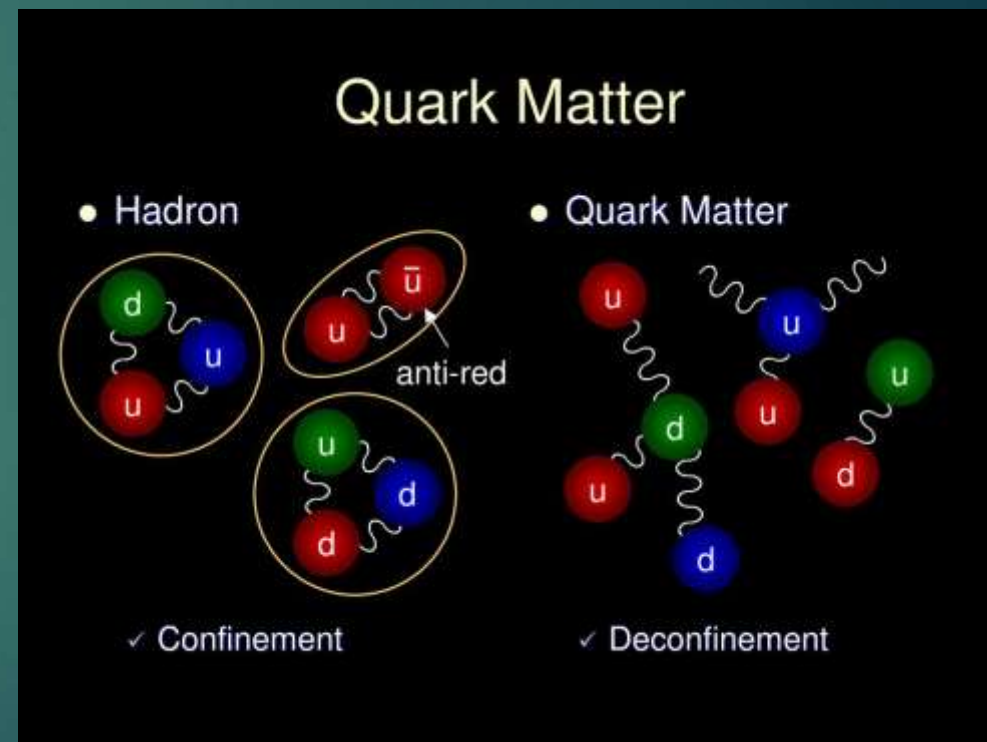
- Frigjøring av kvarker ved høy energitetthet (*deconfinement*)
- Tilstandslikning fra QFT
- Faseovergang fra hadronmaterie til frie kvarker
- Opphav til bedre masse-radius-relasjoner



Hentet fra:

<https://masterbloggen.no/blog/2013/09/05/17953/>

Forfatter: Inga Strümke



Hentet fra presentasjon av Tomohiro Inagaki ved Hiroshima University