

Розрахунок параметрів моделі Чандрасекара  
Вироджених Карликів в on-line пакеті наукових  
розрахунків

Крістіан Щербаков  
Кафедра астрофізики  
ЛНУ ім. Івана Франка  
FOSS 2013

# Програма доповіді

- Історія дослідження ВК
- Теорія Чандрасекара ВК
- Рівняння стану ВК
- Розрахунок параметрів ВК в on-line пакеті JScience
- Висновки

# Історія дослідження ВК

- 1834 — 1834 Ф. Бессель, дослідження руху Сіріуса в сузір'ї великого пса. Бессель зробив висновок, що Сіріус може мати невидимого супутника.
- 1862 — спостереження Sirius B( A. Clarck, Dearborn Observatory)
- 1915 —перший вимірний спектр Sirius B (W. Adams)
- 1925 — вимірювання червоного зміщення Sirius B (W. Adams)
- 1930 — теорія Чандрасекара(S. Chandrasekhar, Nobel Prize 1983 )



Білий карлик в центрі планетарної туманності  
NGC6751.  
(Credit: Image courtesy of University of Delaware)

В теорії Чандрасекара Білий Карлик розглядають як систему, що складається із підсистеми ідеального виродженого електронного газу і твердого ядра. Стан речовини ВК однозначно задає рівняння гідростатичної рівноваги.

$$M' = 4\pi\rho_0 r^2$$

$$P' = \frac{-GM\rho_0}{r^2}$$

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{r^2}{\rho_0} P' \right) = -4\pi G\rho_0$$

В безрозмірних змінних останнє рівняння, що задає рівноважні стани(рівняння Лейна-Емдена), має вигляд

$$\frac{1}{\xi^2} \frac{\partial}{\partial \xi} (\xi^2 \theta') = -\theta^n$$

$$\rho_0 = \rho_c \theta^n \quad r = a\xi$$

З граничними умовами

$$\theta(0) = 1 \quad \theta'(0) = 0$$

# Рівняння стану ВК

Рівняння стану ВК розраховують як РС ідеального електронного газу. Для цього розраховують повний потік імпульсу в інтервалі від 0 до деякого критичного значення імпульсу Фермі. В політропному наближенні рівняння стану має вигляд

$$P = K \rho_0^\Gamma$$

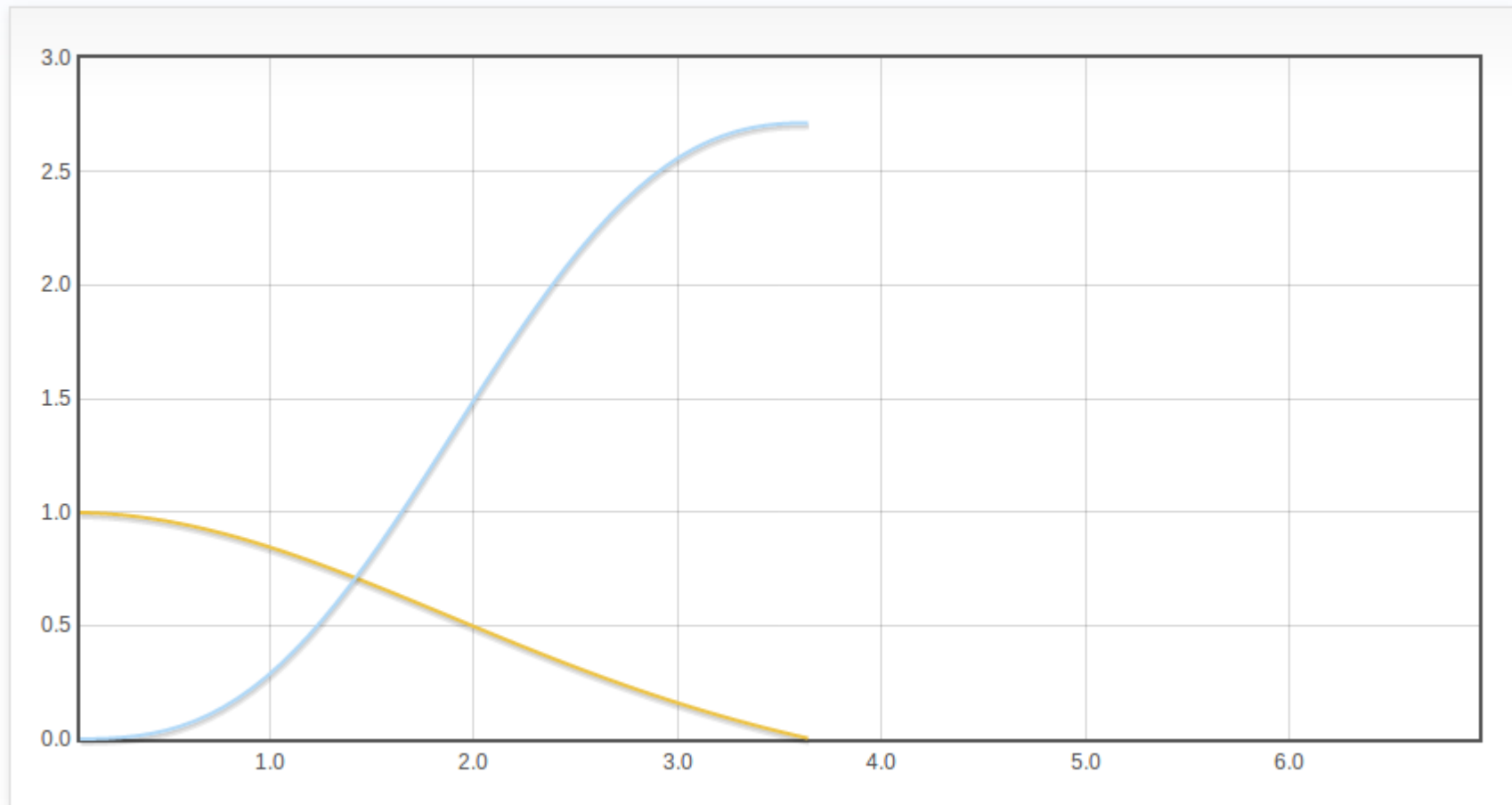
Тут показник політропи змінюється в межах від 5/3 для нерелятивістського електронного газу до 4/3 для ультрарелятивістського виродженого електронного газу

# Розрахунок параметрів вироджених карликів

Параметри моделі вироджених карликів такі як маса і радіус розраховувались в пакеті наукових розрахунків Jscience. Рівняння Лейна-Емдена можна звести до системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. У цьому випадку для розв'язування такої системи зручно скористатися методом Рунґе-Кутта четвертого порядку для знаходження розв'язку на малому інтервалі і використати драйвер для знаходження розв'язків на довільному заданому проміжку.



# Співвідношення Маса-Радіус та розподіл густини всередині ВК



# Висновки

Для ультрарелятивістського ВК безрозмірний радіус становить 6.89, маса  $2.01M_{\odot}$ , для нерелятивістського ВК безрозмірний радіус становить 3.65, маса  $2.71406 \cdot M_{\odot}$ . Маса ВК в ультрарелятивістському випадку називається Чандрасекарівським лімітом маси, вважається що зорі з більшою масою не можуть існувати

## Література та посилання

<http://www.oracle.com/us/technologies/java/overview/index.html>

Chandrasekhar, S. (1958) [1939]. An Introduction to the Study of Stellar Structure. New York: Dover. ISBN 0-486-60413-6.

<http://www.scherbakov.org.ua>

Дякую за увагу