

Космология. Звезды

Уже столкнулись или еще нет?

Galaxies NGC 2207 and IC 2163

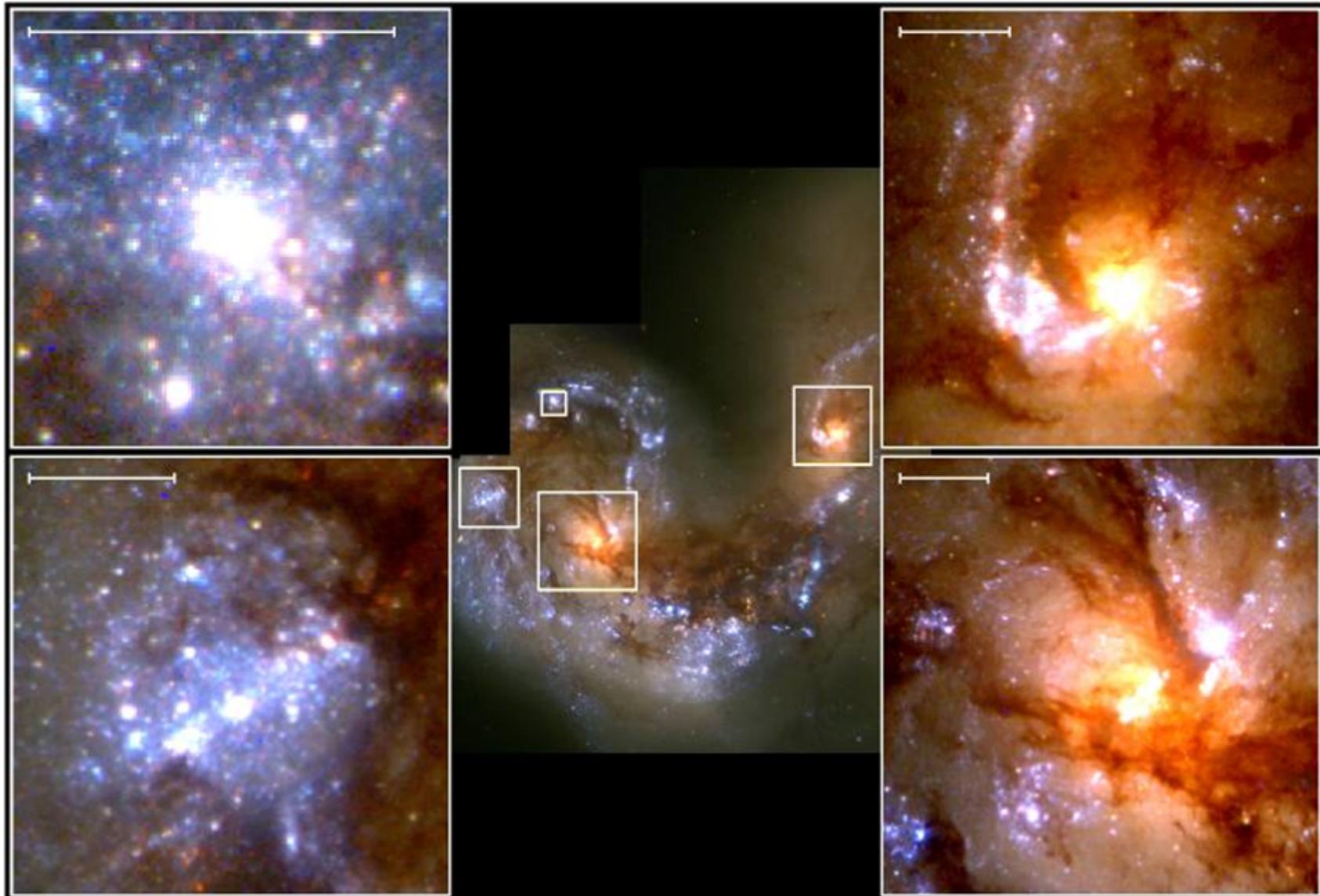


Как образуются звезды

Сталкиваются два облака водорода со скоростями 300км/с . Какова температура образующегося объекта?

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}kT, \rightarrow T = \frac{mv^2}{3k} = 10^6 K$$

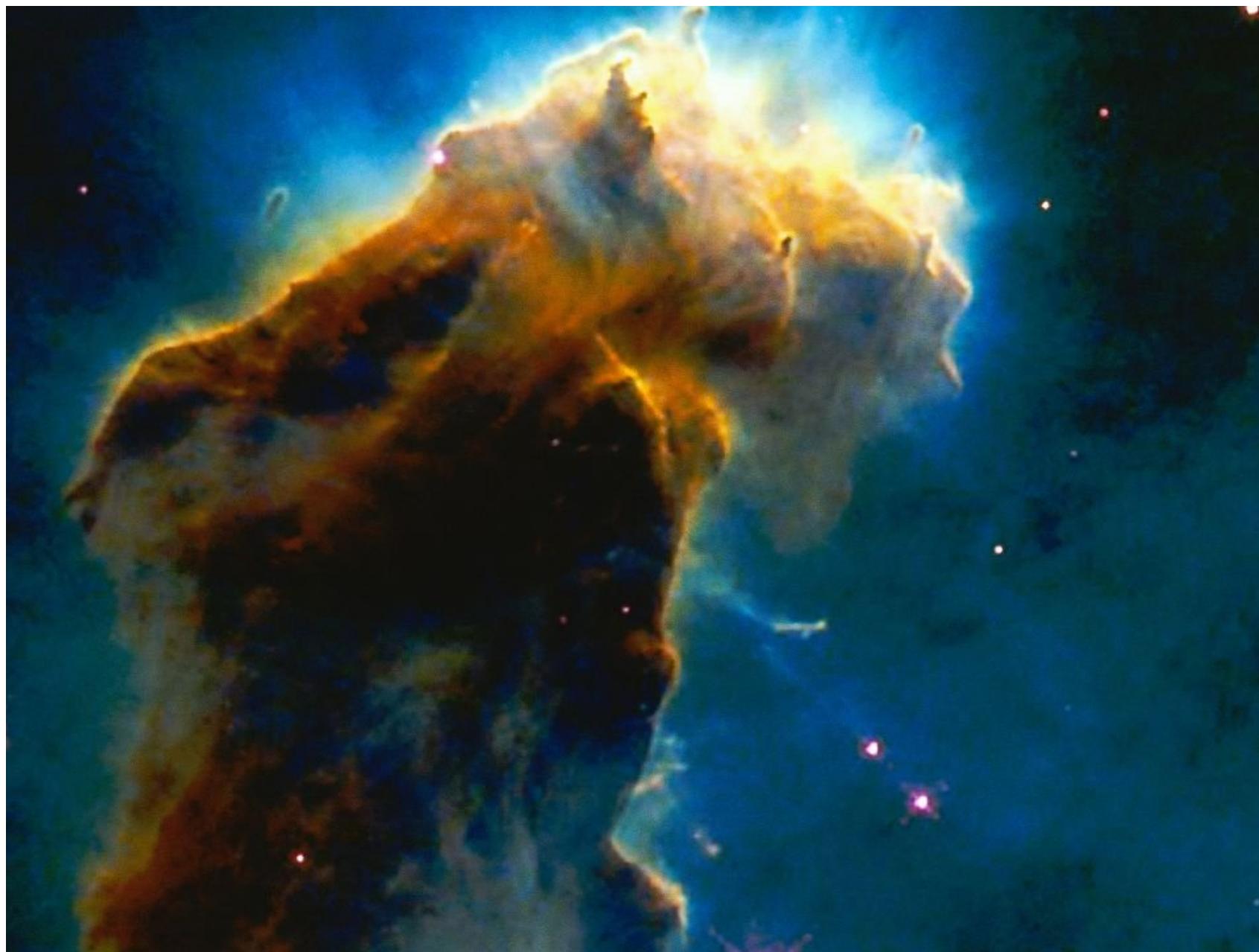
Температура в центре Солнца – около 14 млн. градусов



Galaxies NGC 4038 and NGC 4039 • Details

PRC97-34b • ST Scl OPO • October 21, 1997 • B, Whitmore (ST Scl) and NASA

HST • WFPC2





$$\varepsilon \sim 10^3 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Поток энергии от Солнца на Землю

$$E = \varepsilon \cdot 4\pi R^2 \approx 3 \cdot 10^{26} \text{ (Дж/с)}.$$

Энергия, излучаемая Солнцем
в секунду

$$\Delta M = \frac{E}{c^2} \approx 3 \cdot 10^9 \text{ (кг/с)}$$

Потеря массы

$$E/M_{\odot} \approx 10^{-4} \text{ (Дж/с)}$$

Вырабатывает 1 кг
Солнечного вещества

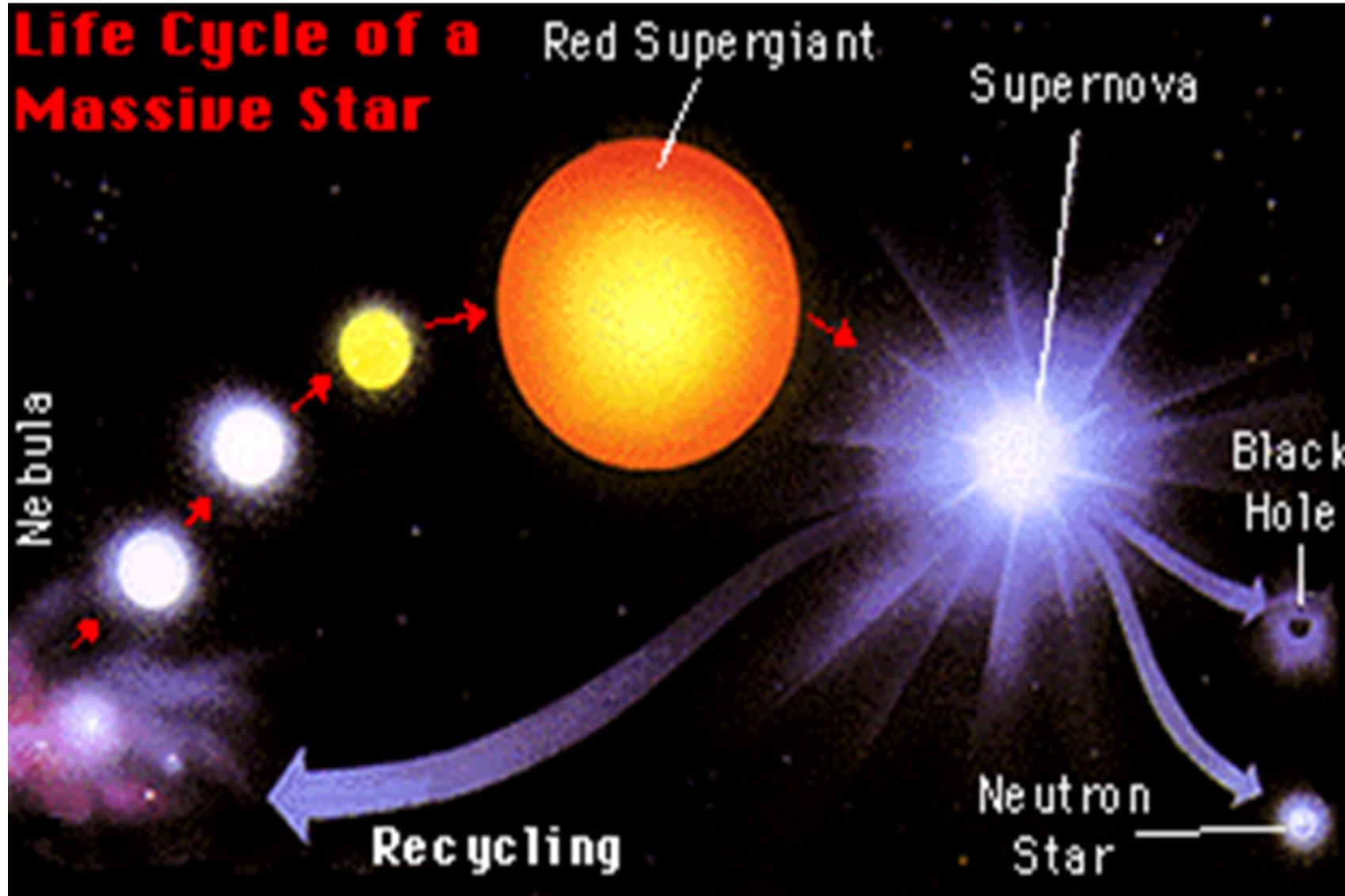
Справка: 1 кг человека вырабатывает 40 Дж/сек !!!

Почему Солнце гораздо горячее????

Основные этапы жизни звезды с массой порядка $10 M_{\odot}$

Основной компонент ядерной реакции	Температура в центре, К	Плотность в центре, кг/м ³	Длительность этапа
Водород	$4 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^6$ лет
Гелий	$2 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$ лет
Углерод	$6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	600 лет
Неон	$1,2 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	1 год
Кислород	$1,5 \cdot 10^9$	10^{10}	6 месяцев
Кремний	$2,7 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{10}$	1 день
Коллапс ядра			0,2 секунды
Взрыв ядра			

Life Cycle of a Massive Star



Масса звезды, M_{\odot}	Время жизни, лет
50	3–5 миллионов
10	30 миллионов
1,5	3 миллиарда
1,0	10 миллиардов
0,1	1 триллион

Характеристики некоторых звезд

Параметры	Солнце	Белый карлик	Нейтронная звезда
Масса, M_{\odot}	1,0	~1	~1–2
Радиус, R_{\odot}	1,0	~0,01	$\sim 10^{-5}$ (10 км)
Светимость, L_{\odot}	1,0	~0,002	
Средняя плотность, г/см ³	1,41	$\sim 10^6$	$\sim 10^{14}$
Плотность в центре, г/см ³	150	$\sim 10^7$	$\sim 10^{16}$
Температура поверхности, К	5770	~30 000	10^6

Белые Карлики

Сириус А и Сириус В

$$\frac{L_{\text{Sirius}}}{L_{\odot}} = \frac{S_{\text{Sirius}} T_{\text{Sirius}}^4}{S_{\odot} T_{\odot}^4} \sim \frac{1}{300}$$

$$S_{\text{Sirius}} = S_{\odot} \frac{L_{\text{Sirius}}}{L_{\odot}} \frac{T_{\odot}^4}{T_{\text{Sirius}}^4}$$

$$R = 20000 \text{км}$$

Нейтронные звезды, пульсары

Ядра плотно упакованы – значит, плотность в 10^{15} раз больше, чем на Земле – 10^{15} г/см³

Солнце 10^{32} г.

Значит нейтронная звезда с массой порядка Солнечной
Имеет радиус $r_n^3 = 10^{17}$ см³

$$r_n \sim 10^4 \text{ м}$$

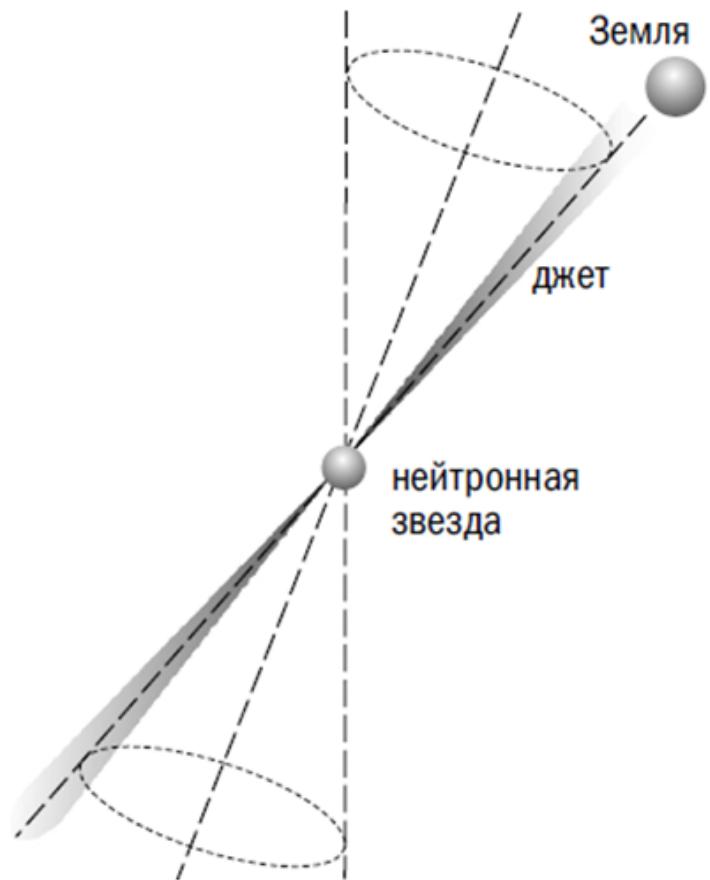
$$\frac{R^2}{T} = \frac{r_n^2}{T_n}$$

Закон сохранения момента импульса
Позволяет определить период вращения
Нейтронной звезды

$$R = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$T = 25 \text{ суток}$$

Параметры Солнца – определяем период вращения
Нейтронной звезды – порядка 0.004 сек.



Черные дыры и квазары

$$r_g = 2GM.$$

Радиус, а не объем!

Испарение ЧД

$$\Delta p \sim \frac{\hbar}{r_g} = \frac{\hbar}{2GM} \sim \frac{1}{M}$$

$$I \sim \frac{\Delta E}{\Delta t} \sim \frac{\Delta E^2}{\hbar} \sim \frac{\Delta p^2}{\hbar} \sim \frac{\hbar}{4G^2 M^2} \sim \frac{Const}{M^2}.$$

