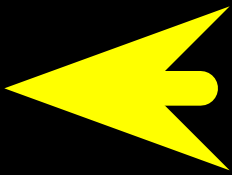


# Типы звезд

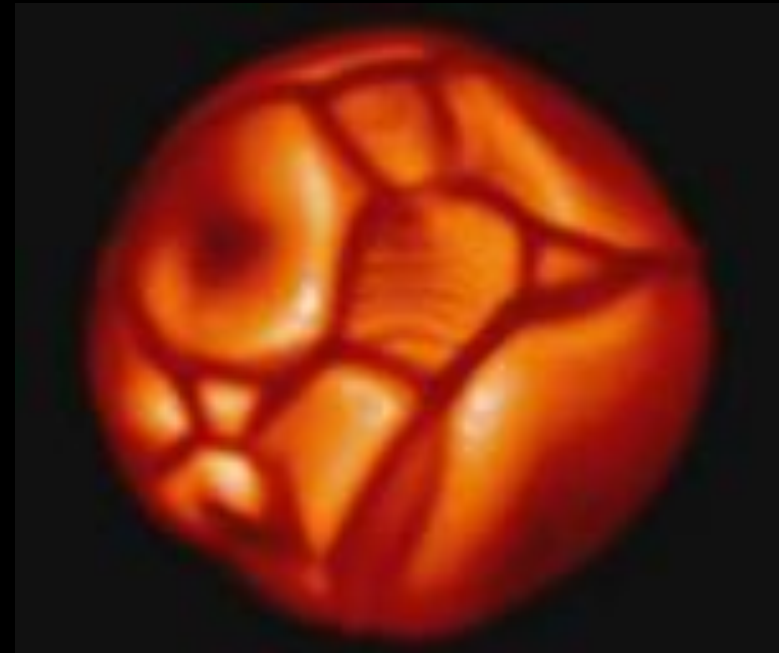
- Гиганты и сверхгиганты
- Белые карлики
- Новые звезды
- Сверхновые звезды
- Нейтронные звезды
- Черные дыры

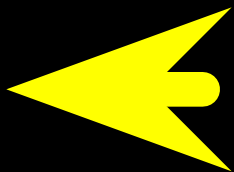




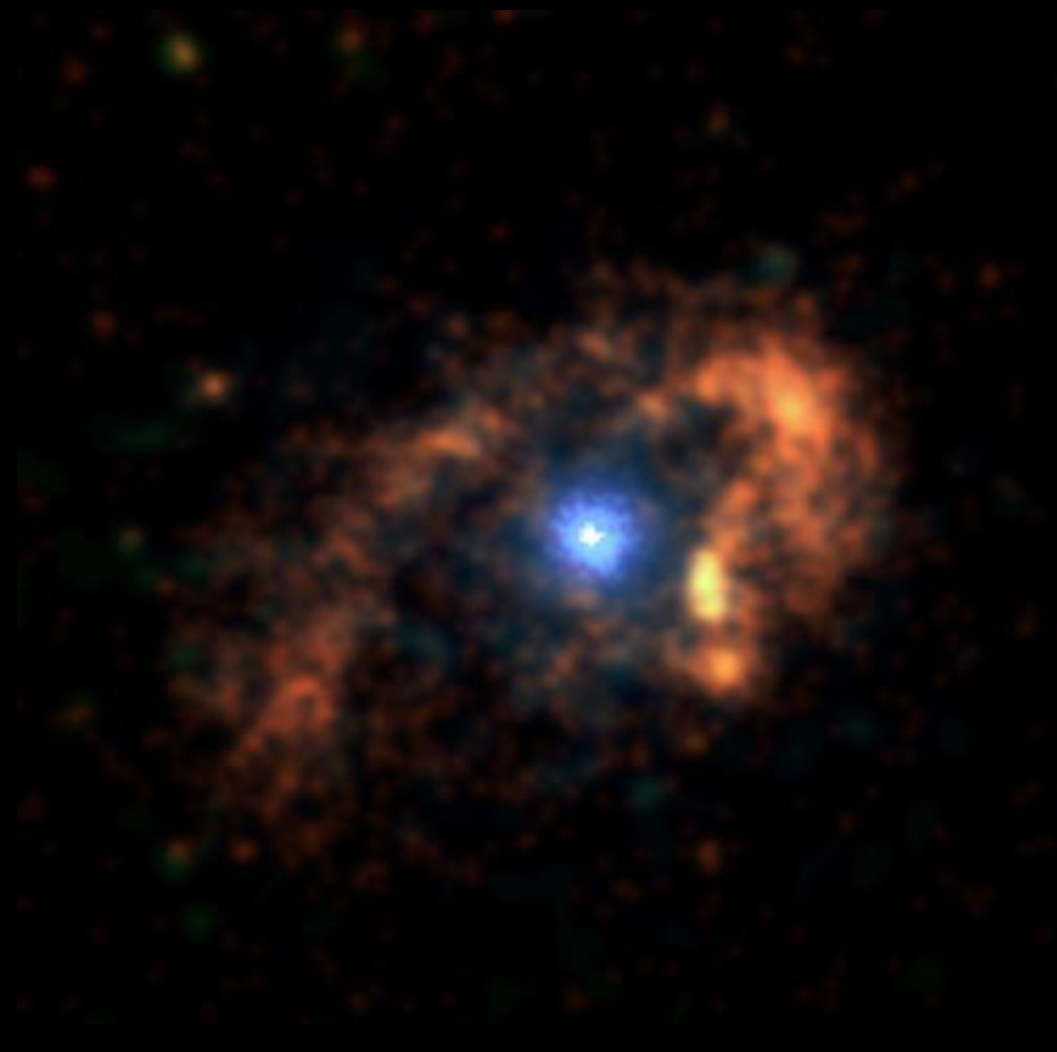
# Гиганты и сверхгиганты

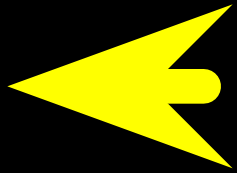
- Звезда - сверхгигант
- Цефеиды





# Звезда-сверхгигант

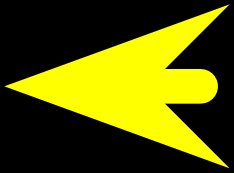




# Звезда-сверхгигант

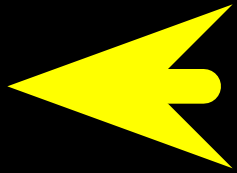
**Это звезда, масса которой больше солнечной в 10 раз.**

**Как правило из-за большой массы они взрываются и превращаются в сверхновые звёзды.**



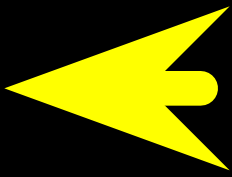
Цефеиды





# Цефеиды

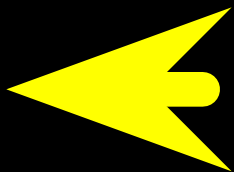
Цефеиды- пульсирующие переменные звезды, блеск которых плавно и периодически меняется. К цефеидам относится и Полярная звезда.



# Белые карлики

- Белые карлики
- Белый карлик Сириус В
- Что такое белые карлики





# Белые карлики

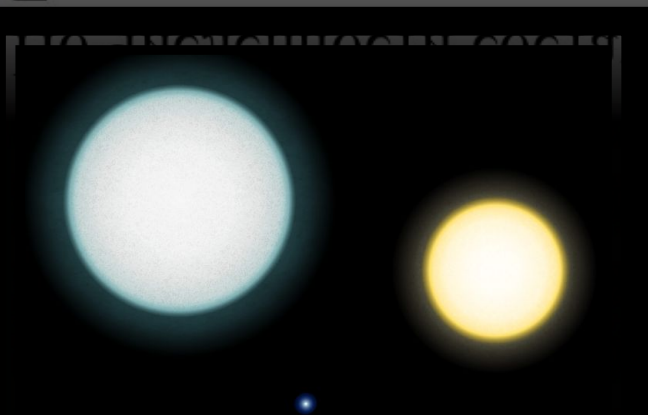
**Белые карлики** — проэволюционировавшие маломассивные звезды с массой, не превышающей предел Чандрасекара.

Термоядерные реакции не протекают.

Компактные звёзды с массами, сравнимыми с массой Солнца, но с радиусами в 100 раз меньшими

По численности составляют 3—10 % звёздного населения Галактики.

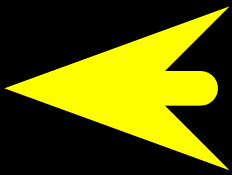
L S1SKLNKN\*



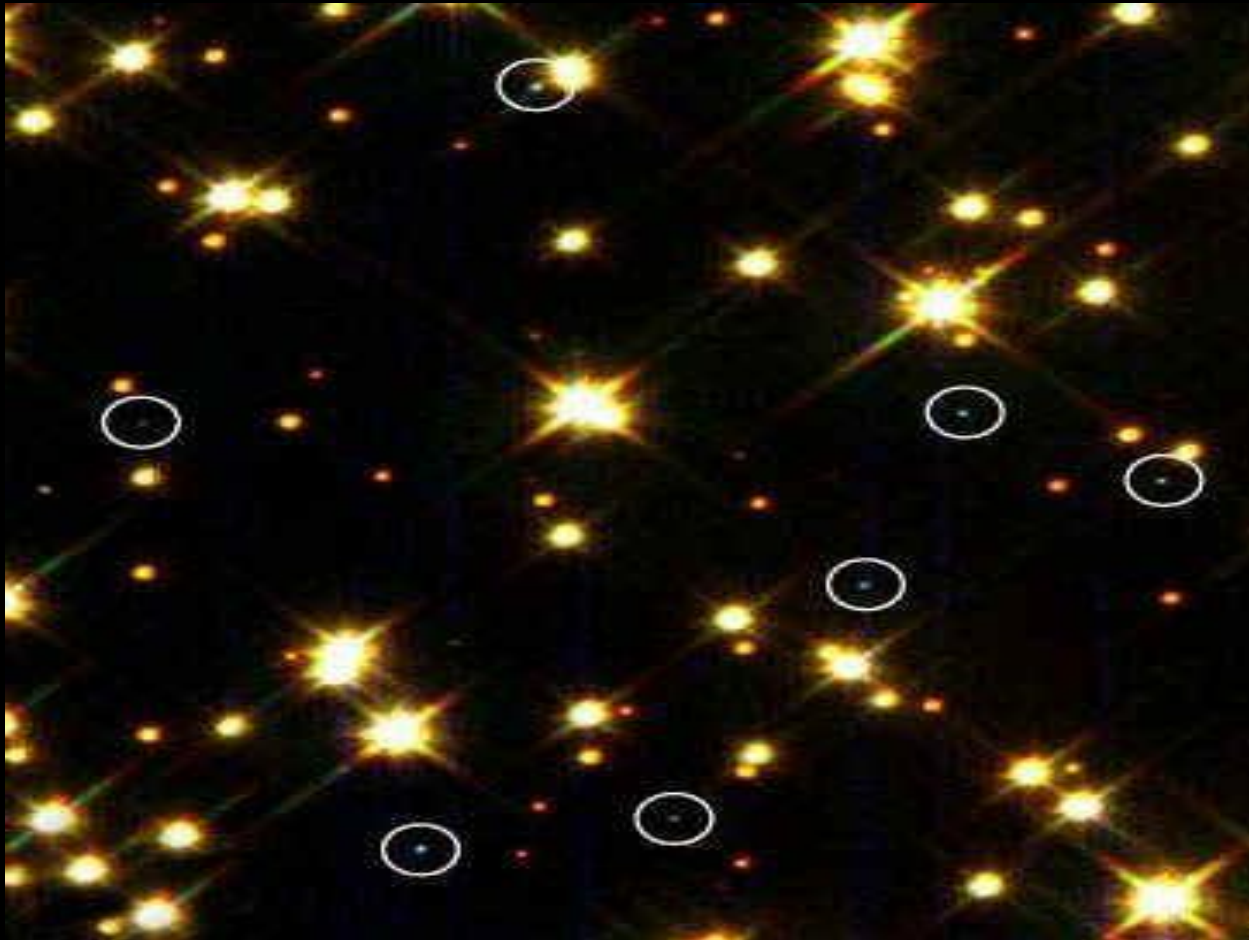
Сравнительные размеры Солнце (справа) и двойной системы ИК Пегаса компонент В - белый карлик с температурой поверхности 35,500 К (по центру) и компонент А - звезда спектрального типа А8 (слева)



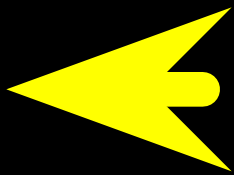




# Белые карлики



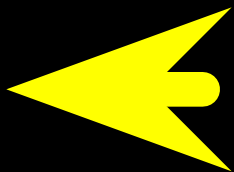
Белые  
карлики в  
шаровом  
звездном  
скоплении  
Мессье 4  
(M 4)



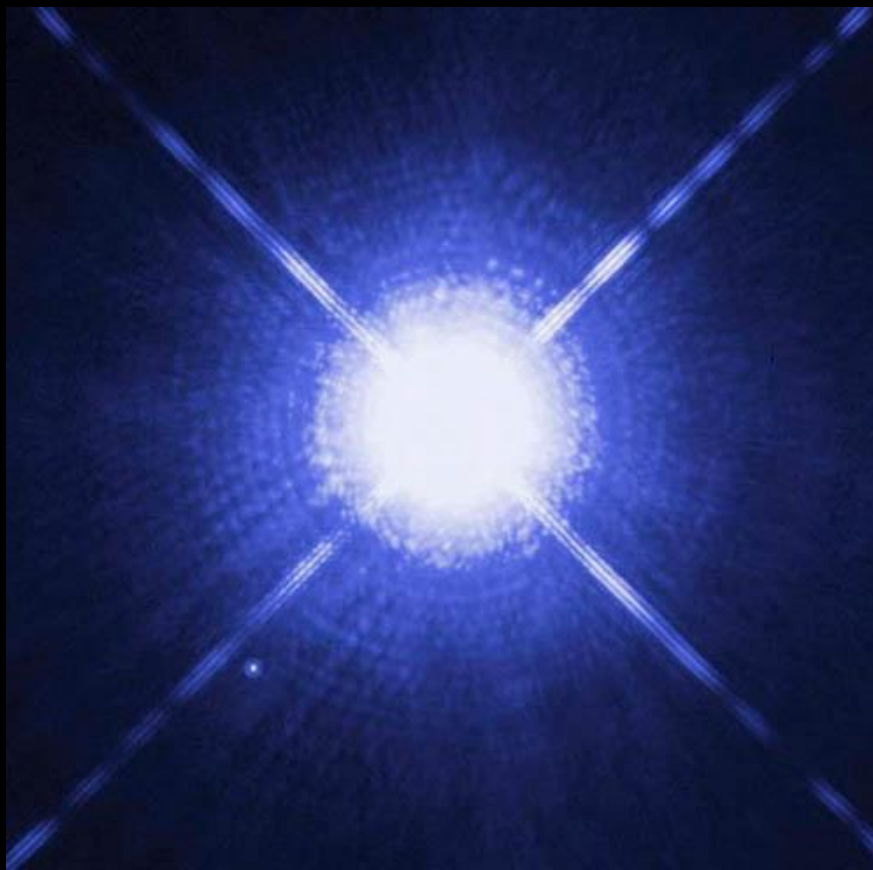
# Белый карлик Сириус В

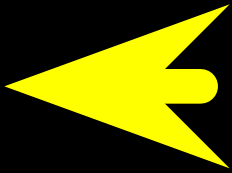
Небольшая точка рядом с Сириусом – его спутник, белый карлик Сириус В.





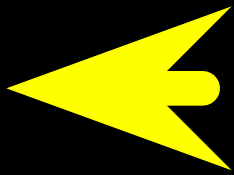
# Сириус В





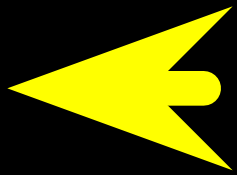
# НОВЫЕ ЗВЕЗДЫ

- Что такое новые звезды
- Остатки новых звезд



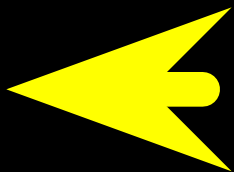
# Что такое НОВЫЕ ЗВЕЗДЫ



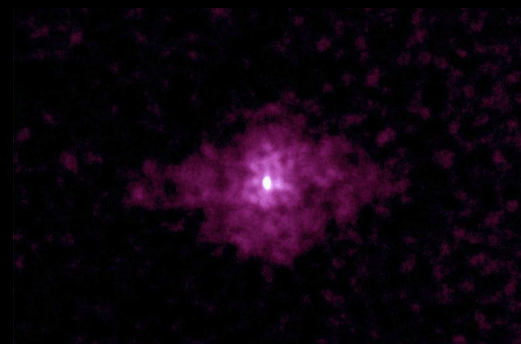
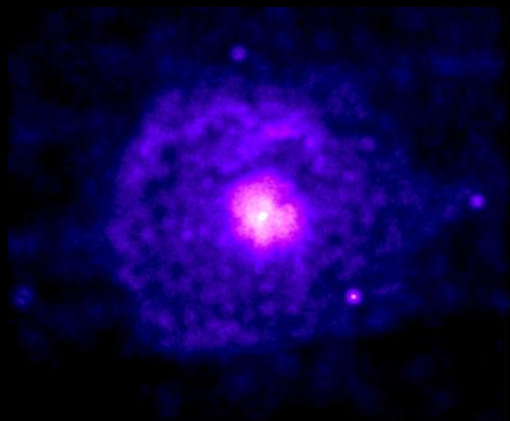


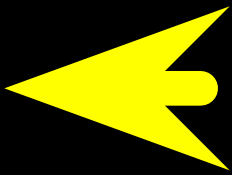
# Новые звезды

Новые звезды - звёзды, блеск которых внезапно увеличивается в тысячи и даже миллионы раз. Обязательно двойные.

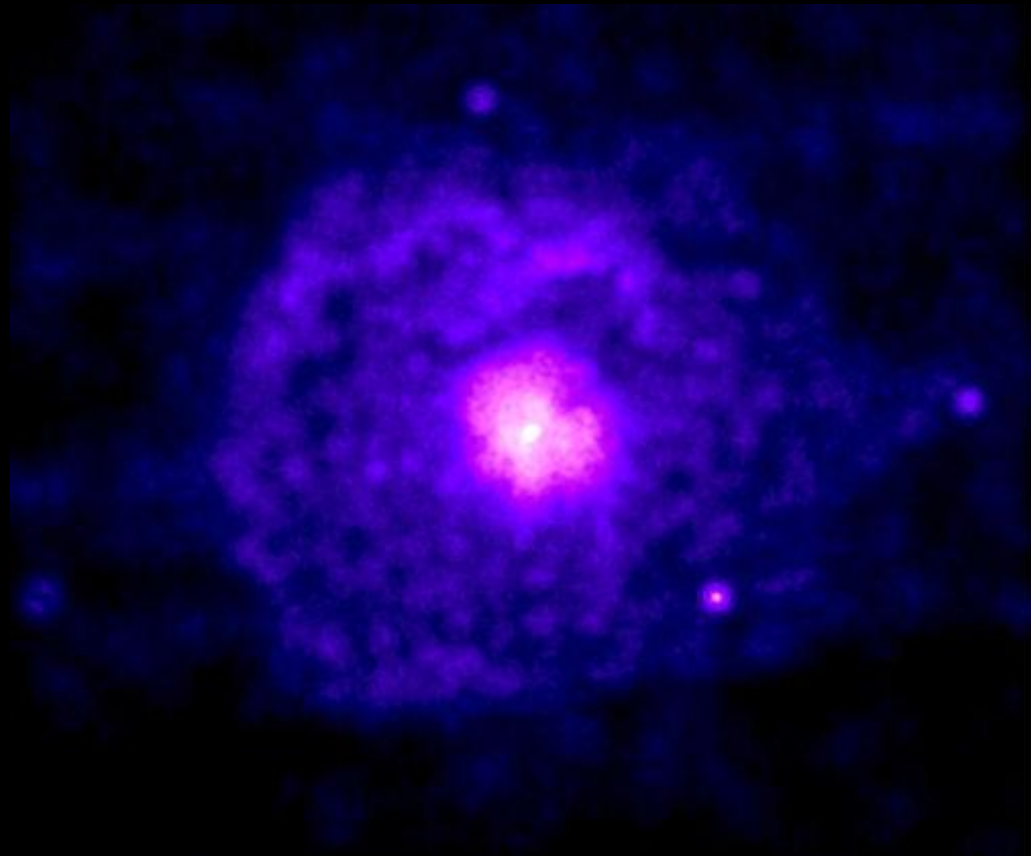


# Остатки новых звезд

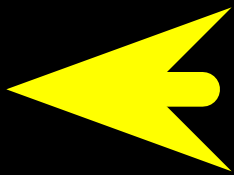




Остаток вспышки  
новой звезды  
основан на  
косвенном  
доказательстве от  
наблюдений в  
рентгено и радио  
диапазоне.







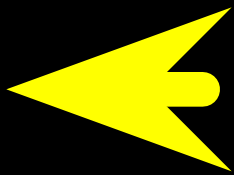
# «Новые» звезды

Все новые звёзды являются тесными двойными системами, состоящими из белого карлика и звезды-компаньона, находящейся на главной последовательности. В таких системах происходит перетекание вещества внешних слоев звезды-компаньона на белый карлик, перетекающее вещество образует вокруг белого карлика аккреционный диск.

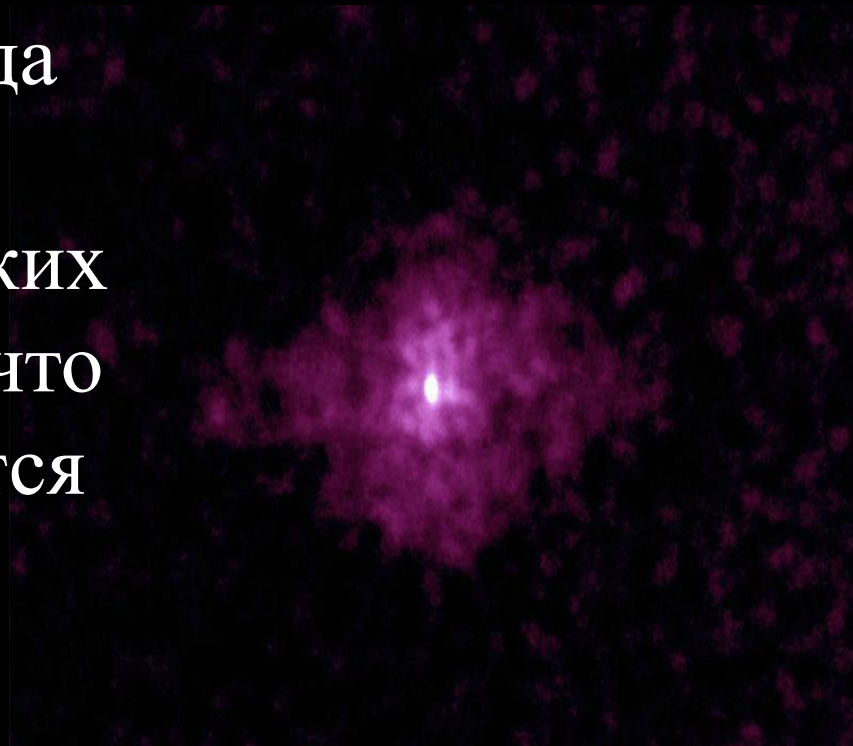
**Слева** - массивная теряющая вещество звезда

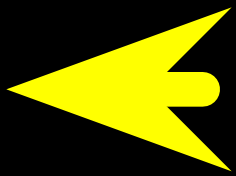
**Справа** - звезда спектрального класса белый карлик. Поток газа устремляется к белому карлику и образует аккреционный диск вокруг него





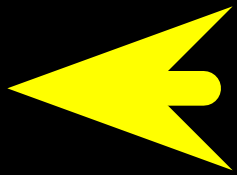
Остатки Новой звезды. Эта быстро вращающаяся звезда нейтрона и находится в облаке высокоэнергетических частиц. Данные показали, что нейтронная звезда вращается приблизительно 15 раз в секунду, и замедляется со скоростью приблизительно 10 микросекунд в год.





# Сверхновые звезды

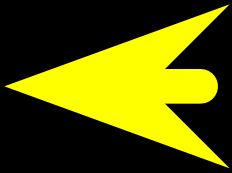




# Сверхновая звезда

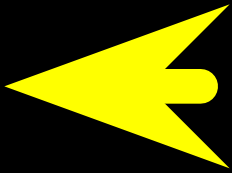
**Сверхновые звёзды** — звёзды, заканчивающие свою эволюцию в катастрофическом взрывном процессе.





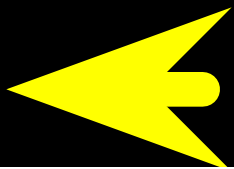
# Нейтронные звезды

- Что такое нейтронные звезды
- Строение нейтронной звезды
- Пульсары



# Пульсары

- Что такое пульсар
- Пульсар Vela



# Пульсар

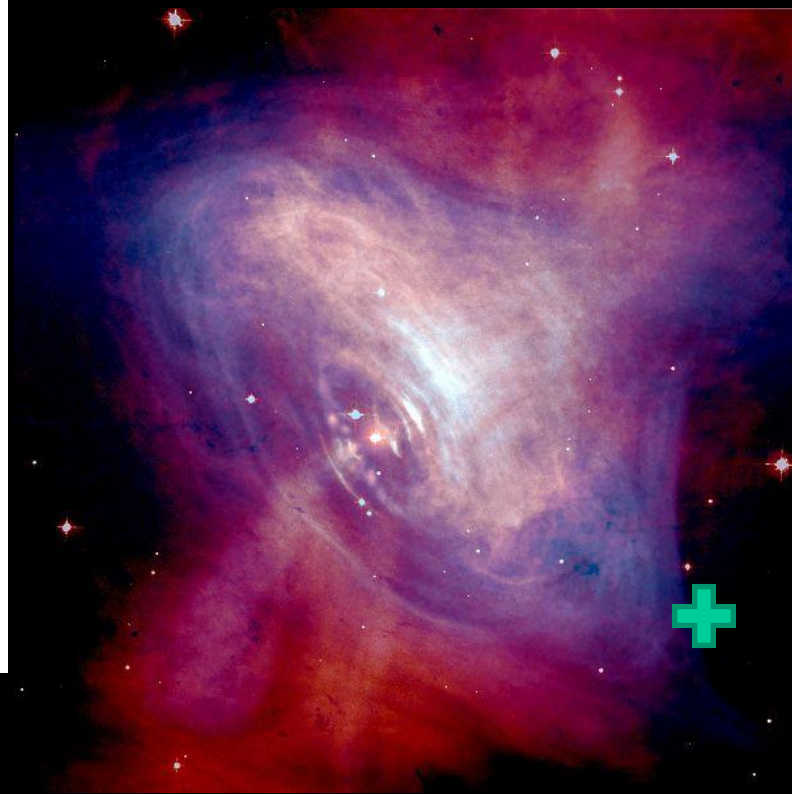
**Пульсар** — космический источник радио-, оптического, рентгеновского, гамма-излучений, приходящих на Землю в виде периодически повторяющихся всплесков (импульсов).

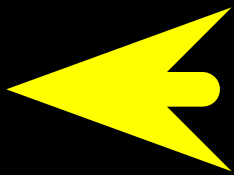
Пульсар представляет собой нейтронную звезду. Она испускает узконаправленный поток радиоизлучения. В результате вращения нейтронной звезды поток попадает в поле зрения внешнего наблюдателя через равные промежутки времени — так образуются импульсы пульсара.

Сегодня известны сотни пульсаров. Ближайшие из них расположены на расстоянии около 100 световых лет от Солнца.

Открытие пульсаров было связано с новой волной мифов о внеземных цивилизациях, поскольку до этого не были известны звёзды, излучение которых носило бы дискретный характер.

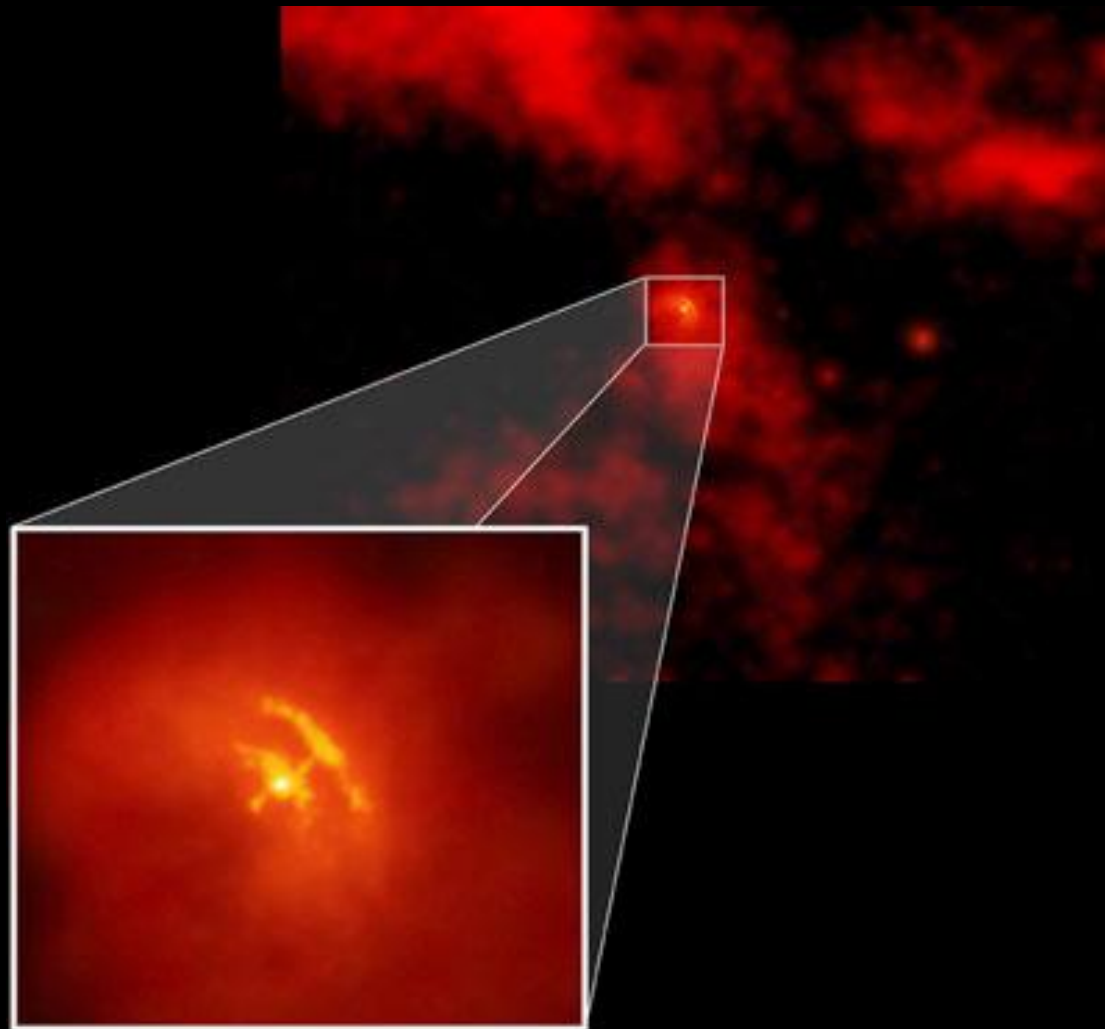
Изображение Крабовидной туманности в псевдоцвете (синий — рентгеновский, красный — оптический диапазон). В центре туманности — **пульсар**



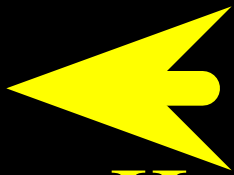


# Пульсар Vela

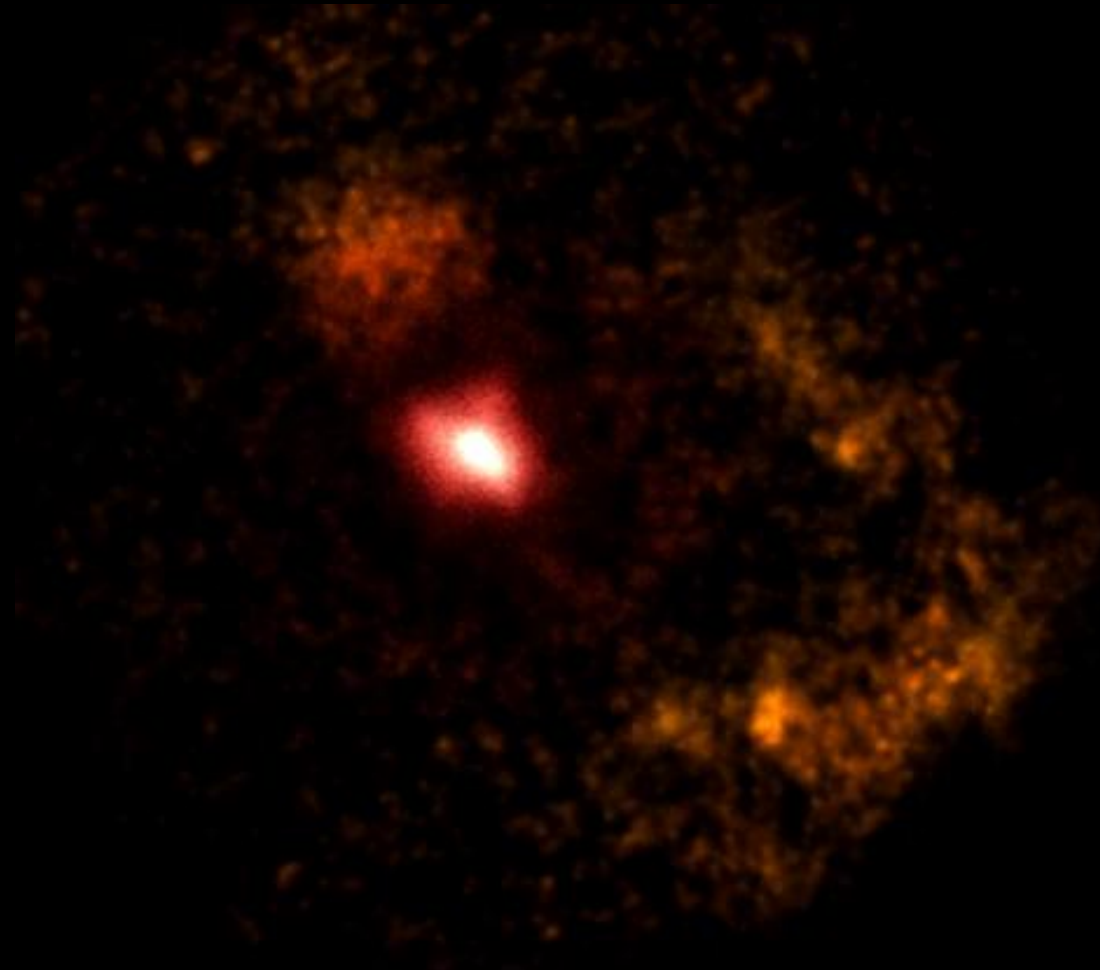
Пульсар Vela и  
туманность,  
образованная  
пульсарным  
ветром.

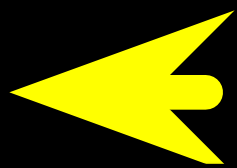






# Что такое нейтронные звезды





# Нейтронные

**Нейтронная звезда** — состоит из нейтронной сердцевины и тонкой коры вырожденного вещества с преобладанием ядер железа и никеля.

вырожденного вещества с преобладанием ядер железа и никеля

Характеризуется:

Быстрым вращением

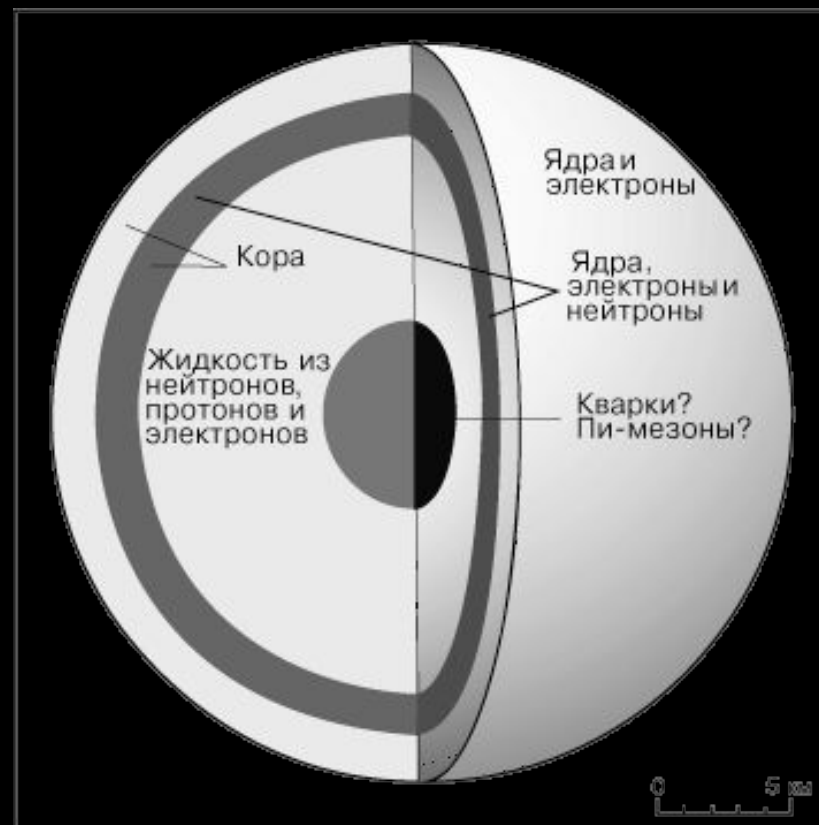
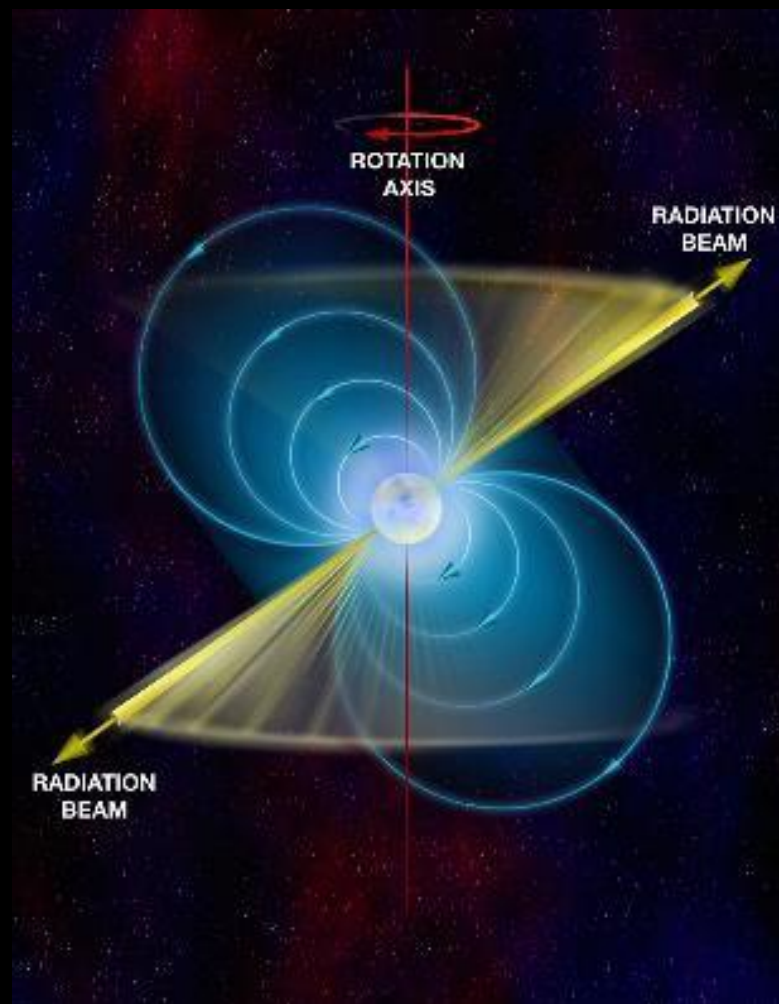
Мощным магнитным полем

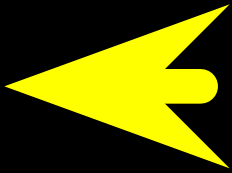
Наличием двух джетов, бьющих из полюсов.

Максимальное значение массы нейтронной звезды задаётся пределом Оппенгеймера.



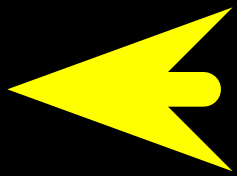
# ← Строение нейтронной звезды

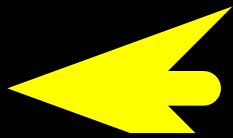




# Черные дыры

- Визуальное изображение
- Радиус Швардшильда
- Что называют черной дырой
- Свойства
- Чёрная дыра в нашей Галактике





### Изображение дальней части диска

Гравитационное поле чёрной дыры изменяет траекторию, по которой движется свет от её дальней стороны, создавая эту часть изображения.

### Доплеровское излучение

Свет, излучаемый газом в аккреционном диске ярче на той стороне, где материал движется к нам и туслее на той – где он движется от нас.

### Фотонное кольцо

Кольцо состоит из множества колец, которые постепенно становятся всё слабее и тоньше от света, который облетел чёрную дыру два, три или даже больше раз, прежде чем ускользнуть, чтобы достичь наших глаз.

### Тень чёрной дыры

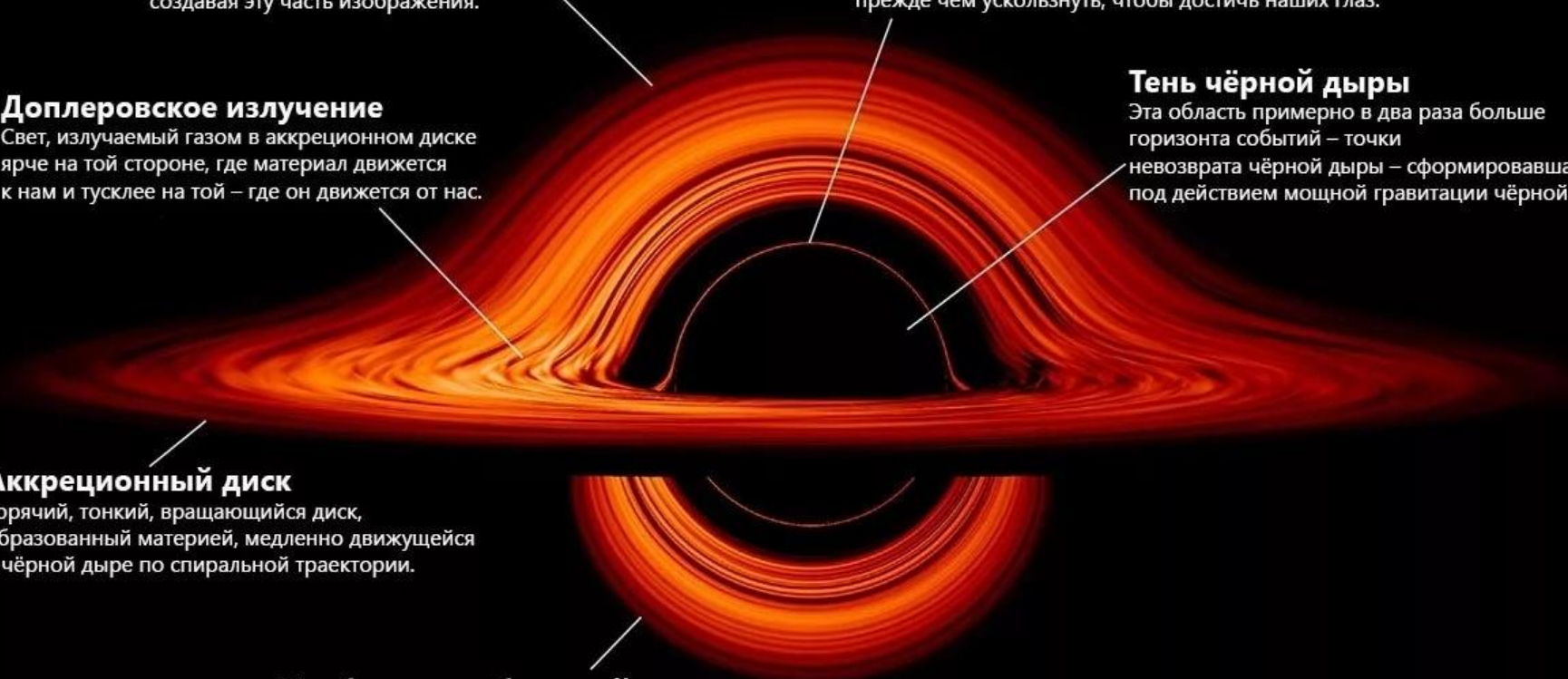
Эта область примерно в два раза больше горизонта событий – точки невозврата чёрной дыры – сформировавшаяся под действием мощной гравитации чёрной дыры.

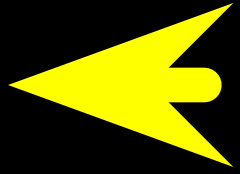
### Аккреционный диск

Горячий, тонкий, вращающийся диск, образованный материей, медленно движущейся к чёрной дыре по спиральной траектории.

### Изображение ближней части диска

Свет на дальней стороне диска гравитационно линзирован чёрной дырой, что позволило создать эту часть изображения.

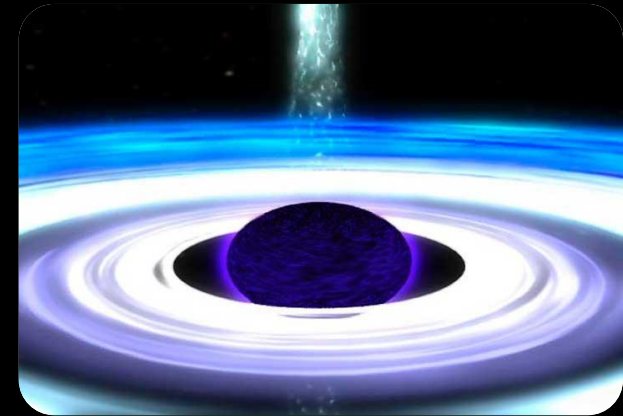
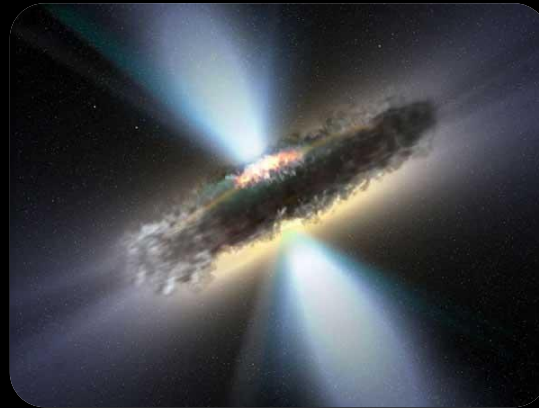


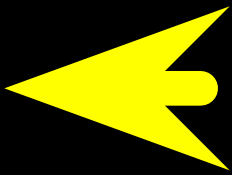


# Черная

Виды черных дыр:

- .Сверхмассивные, существуют в центре большинства галактик. Эти черные дыры имеют массу, колеблющиеся от нескольких миллионов до нескольких миллиардов масс Солнца. Сверхмассивная черная дыра в центре Млечного Пути – Стрелец А.
- .Звездной массы – образованы в результате вспышек сверхновых.





# Черная

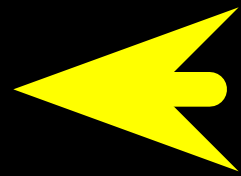


Д **Чёрная дыра́** — область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света.

Граница этой области называется горизонтом событий, а её радиус (если она сферически симметрична) — *гравитационным радиусом*.

В простейшем случае сферически симметричной чёрной дыры он равен радиусу Шварцшильда





# РАДИУС Шварцшильда

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}$$

## Шварцшильдовские радиусы черных дыр, обладающие разными массами

Масса черной дыры	Шварцшильдовский радиус (радиус горизонта событий)
10 т	$13 \cdot 10^{-15}$ А
$10^6$ т	$13 \cdot 10^{-9}$ А
$10^{12}$ т	$13 \cdot 10^{-3}$ А
$10^{15}$ т	13 А
1 масса Земли	0,8 см
1 масса Юпитера	2,8 м
1 масса Солнца	3 км
2 массы Солнца	6 км
3 массы Солнца	9 км
5 масс Солнца	15 км
10 масс Солнца	30 км
50 масс Солнца	150 км
100 масс Солнца	300 км
$10^3$ масс Солнца	$3 \cdot 10^3$ км
$10^6$ масс Солнца	10 световых секунд
$10^9$ масс Солнца	2,8 свет. часов
$10^{12}$ масс Солнца	117 свет. дней
$10^{15}$ масс Солнца	320 свет. лет