

УРОК 26

Тема: Физические переменные, новые и сверхновые



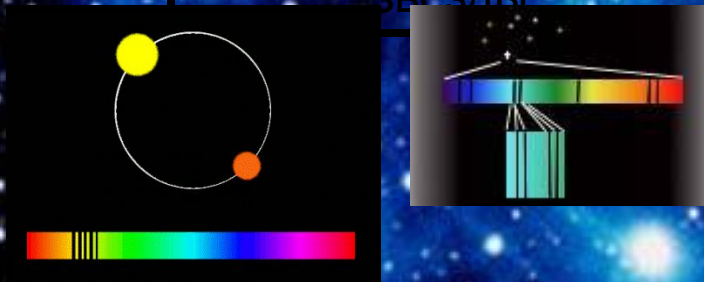
Физические двойные звезды

Физические двойные звезды



Спектрально – двойные звезды

Рентгеновские двойные звезды



Обычно физические двойные звезды связаны силами тяготения. Компоненты двойной звезды образуют тесные пары. Периоды обращения компонентов двойной звезды не превышают сотни лет, иногда бывают значительно меньше.

Переменные звезды – это звезды, блеск которых изменяется.

Периодическая

Полупериодические двойные

Безупрочная

Переменные звезды

Первая переменная звезда открыта в 1596г **Давидом Фабрициусом** (1564-1617, Германия). Это о Кита (Мир о Кита). Он назвал ее Мирой, что означает «чудесная удивительная». Блеск изменяется от 2^m в периоде минимума до 10^m , в минимуме. Средний период переменности Миры Кита 331,6 суток.

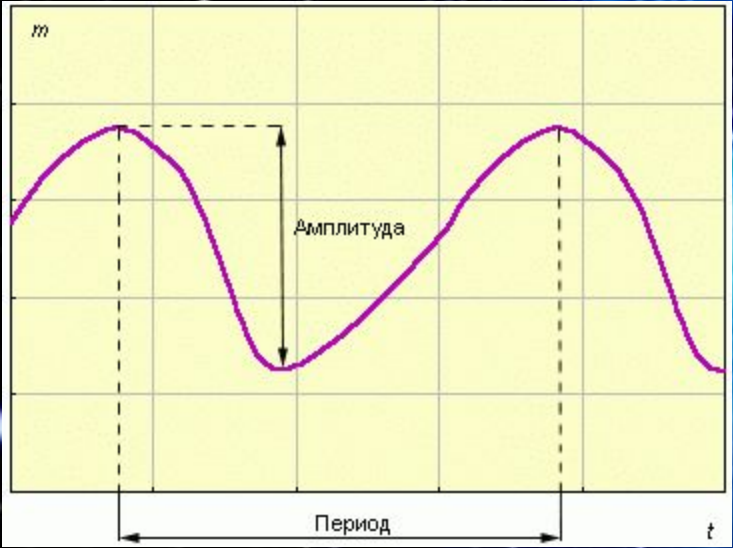


Фото в ультрафиолетовом свете. Виден крючкообразный хвостик, отходящий от Миры, в направлении ее компаньона.

Переменность звезд характеризуется периодом и амплитудой изменения блеска, который меняется по разным причинам. В зависимости от изменения блеска, звезды делятся на:

строго периодические (правильные),

с нарушением периодичности (полуправильные),

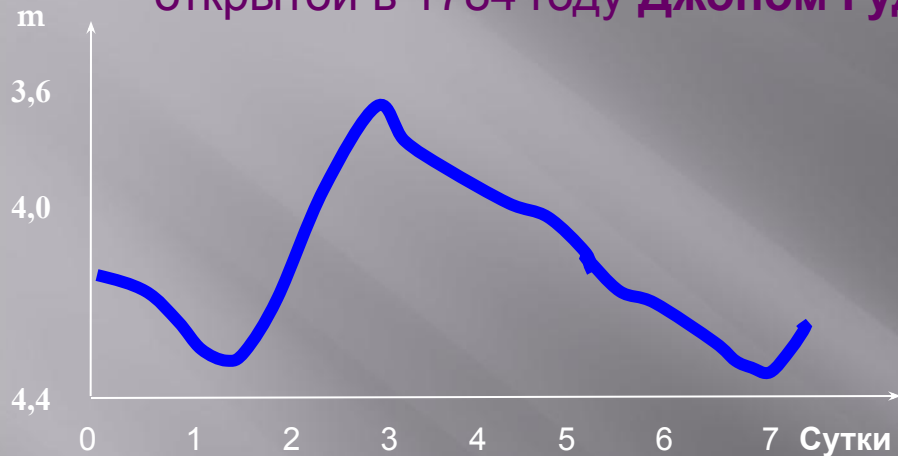
хаотически изменяющие (неправильные),

короткопериодические (период изменения блеска от 1 до 90 суток),

долгопериодические (период изменения блеска от 90 до 739 суток).

Цефеиды – «маяки»

Цефеиды – это весьма распространенный и очень важный тип физических переменных звезд. Им присущи особенности звезды δ Цефея. δ Цефея, открытой в 1784 году **Джоном Гудрайк** (1764-1786, Англия).



$T = 5$ дн. 8 час. 37 мин. Главная звезда – цефеида $3,9^m$ – бело-желтый сверхгигант, а в $41''$ голубоватый спутник $7,5^m$. Изменяет блеск почти на 1^m

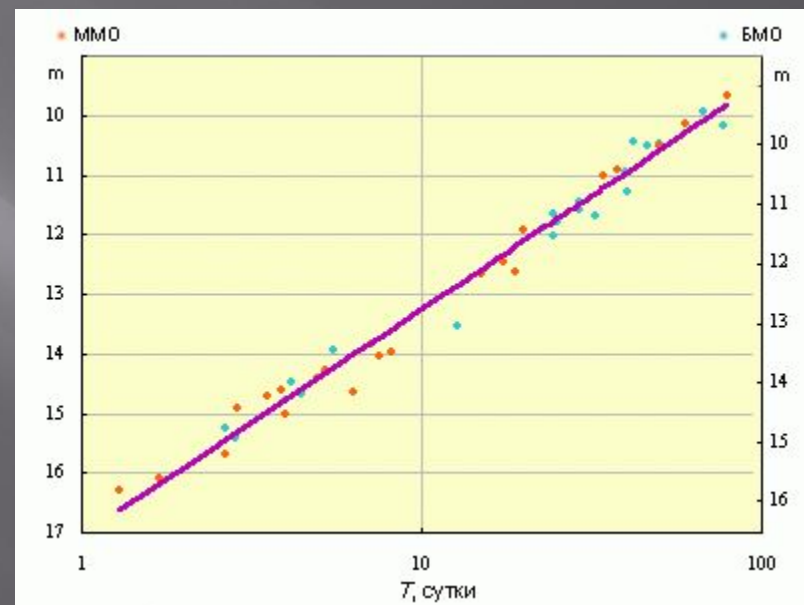
В 1894г **Аристарх Белопольский** (1854-1934) открыл у нее периодичность изменения лучевой скорости, а в 1896г **Н.А. Умов** (1846-1915) высказал предположение, что звезда пульсирует. Теория пульсации разработана **А. С. Эддингтоном** (1882-1944, Англия). Это пульсирующие звезды (меняют R)

В 1908 году **Генриетта Ливитт** (1868-1921), изучая Малое Магелланово Облако, заметила, что чем меньше видимая звездная величина цефеиды, тем большее период изменения ее блеска. Поскольку все звезды ММО удалены от нас на примерно одинаковое расстояние, то видимая звездная величина m цефеид отражает ее светимость L .

А так как сверхважный тип звезд гиганты хорошо заметны на больших расстояниях, эту зависимость можно использовать для определения расстояний до галактик.



В 1912г Генриетта Ливитт получила периоды 25 звезд и сопоставила их графически с блеском в максимуме и минимуме, таким образом установив зависимость “период-светимость” для цефеид.



Зависимость среднего блеска цефеид в Магеллановых облаках от периода переменности.

Исследование спектров цефеид показывает, что вблизи максимума блеска фотосферы этих звезд приближаются к нам с наибольшей скоростью, а вблизи минимума удаляются с наибольшей скоростью.

Цефеиды – это пульсирующие звезды.



В процессе пульсации изменяется температура фотосферы (самая высокая - в максимуме блеска).

Являясь «маяками Вселенной», по ним можно определять расстояние до 20 Мпк, вычислив абсолютную звездную величину

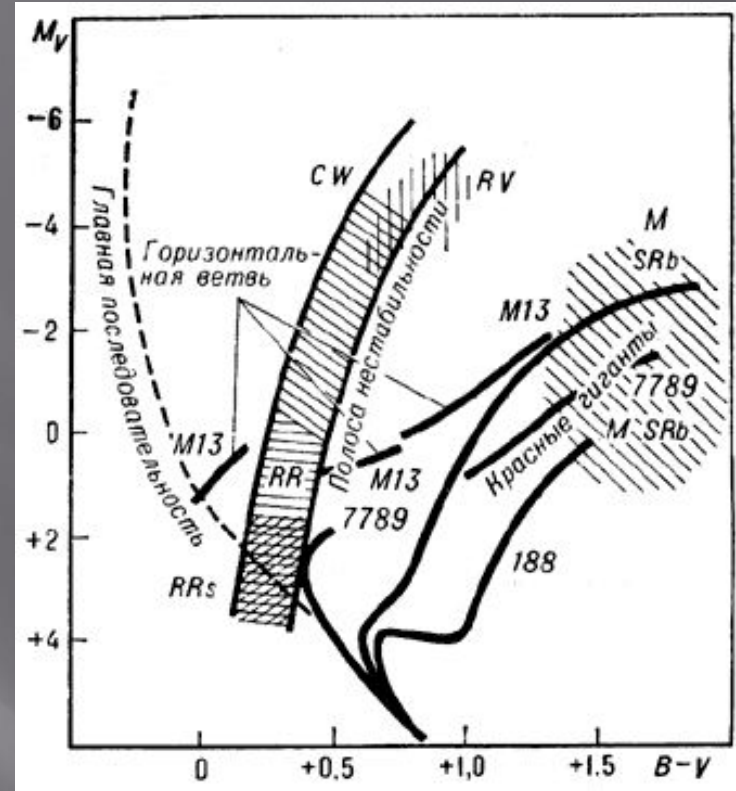
для короткопериодических $M \approx -1,67 - 2,54 \lg p$,

для долгопериодических $M \approx 0,2 (2 - \lg p)$

$\lg L = 2,47 + 1,15 \lg p$ определяется светимость цефеиды в сравнении со светимостью Солнца.

Виды переменных звезд

Положение на диаграмме Герцшпрунга-Ресселла переменных звёзд, массы которых меньше $2M_{\odot}$; CW - цефеиды сферической составляющей (типа W Девы), RRs - звёзды типа RR Лиры с периодом $P < 0,21$ суток, M - звёзды типа Миры Кита, SRb - красные переменные гиганты, RV - переменные сверхгиганты (типа RV Тельца). Жирными линиями указаны последовательности для скоплений, в которых встречаются эти звёзды (шаровое скопление M13 и старые рассеянные скопления NGC 7789 и NGC 188).



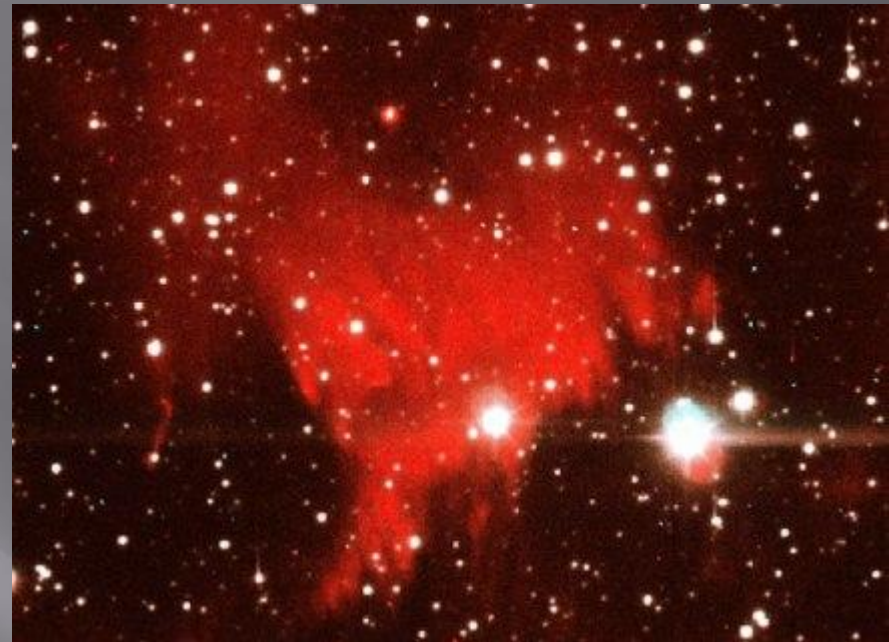
Вид	Тип звезды	Период, сут	Спектральный класс	Амплитуда (в синих лучах)	Тип звёздного населения Галактики
Цефеиды	Цефеиды Сδ	2-218	FII-GI	0,1-2 ^m	I
	Цефеиды CW	1-3, 11-30	(F-G)	0,5-1,5 ^m	II
правильные	RR Лиры	0,05-1,2	A-F	0,5-2 ^m	II
	Миры Кита	80-220 500-1000	M,C,S	2-10,1 ^m	II I
	β Большого Пса	0,1-0,6	BO-B3III-IV	0,1 ^m	I
полуправильные	δ Щита	0,03-0,2	A-FV-III	0,1-0,5 ^m	I
	RV Тельца	30-140	F-GI	2-3 ^m	I

Новые звезды

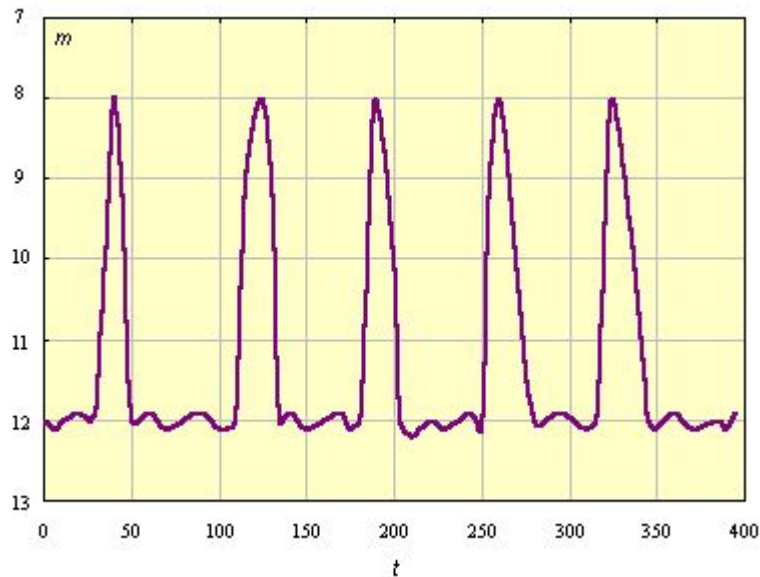
Яркость звезд внезапно увеличивается, обычно от 2^m до 8^m (в среднем в 10^4 раз), а затем постепенно (в течение нескольких месяцев) падает.

Вспышки связаны с нарушением устойчивости внешних слоев звезды и выбросом вещества в среднем около 10^{-5} массы звезды.

Новые представляют собой тесные двойные звезды, один из компонентов которых - белый карлик (или нейтронная звезда). Когда на нем накапливается критическая масса вещества, происходит термоядерный взрыв.



Туманность после взрыва Новой в созвездии Лебедя (1992г), видна как маленькое красное пятнышко выше середины фото



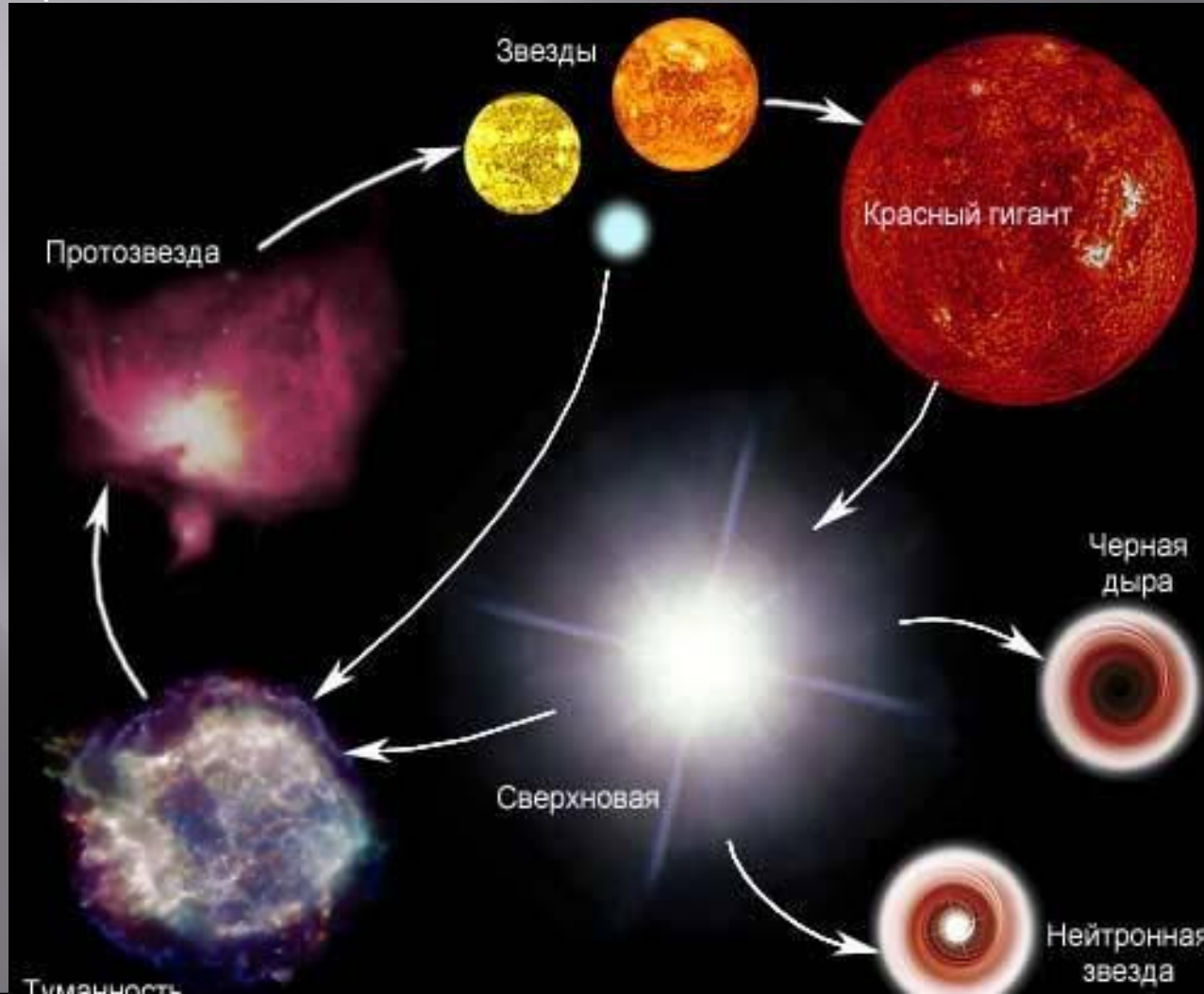
Изменение блеска U Близнецов – карликовой новой

Считается, что четверть всех звезд вспыскивает. Очень яркие новые звезды наблюдались в 1901г в созвездии Персея, в 1918г — в созвездии Орла, в 1925г — в созвездии Живописца, в 1934г — в созвездии Геркулеса, в 1942г — в созвездии Кормы. Всего к 1970гг. известно более 180 новых звезд, вспыхнувших в Галактике, из них 11 повторных, причем с 1890г по 1967г звезда Т Компаса испытала 5 вспышек. В Галактике вспыскивает ежегодно около 100 новых звезд, но на Земле из них обнаруживают 1—2. Зависимость между силой взрыва и длительностью периода установили **П.П. Перенаго** (1906-1960) и **Б.В. Кукаркин** (1909-1977).

Сверхновые звезды

Еще грандиознее вспышки сверхновых звезд. Блеск звезд увеличивается до 19^m

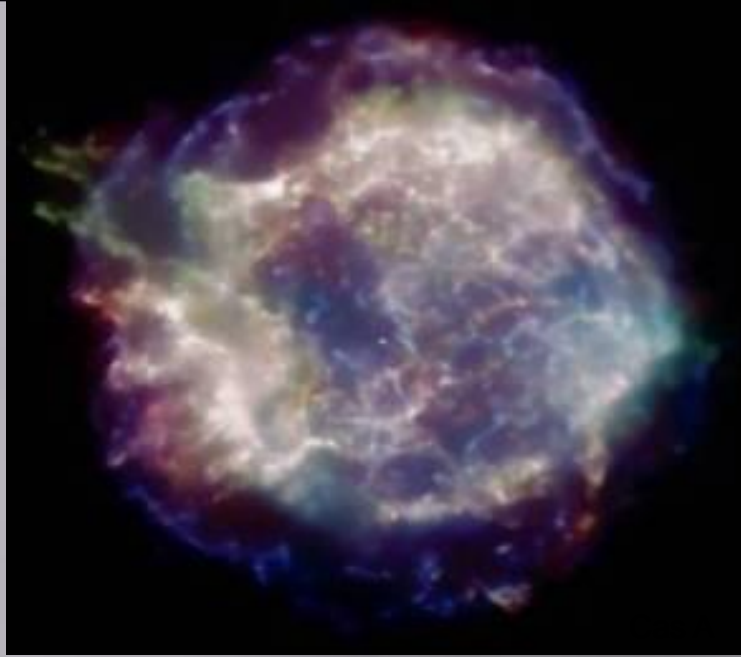
В максимуме блеска излучающая поверхность звезды приближается со скоростью несколько тысяч километров в секунду. Сверхновые – это взрывающиеся звезды.



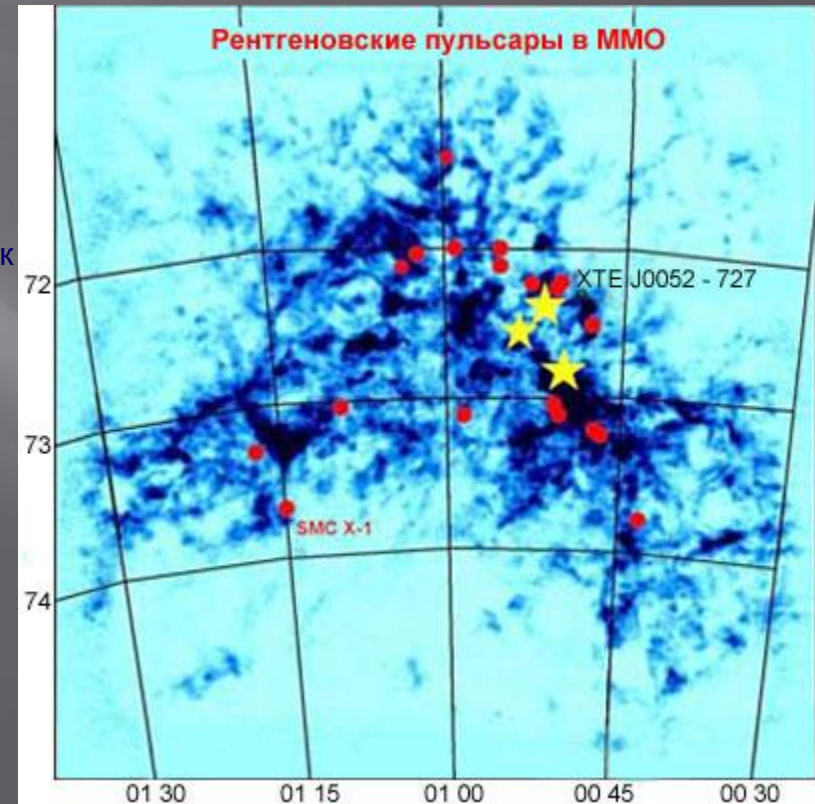
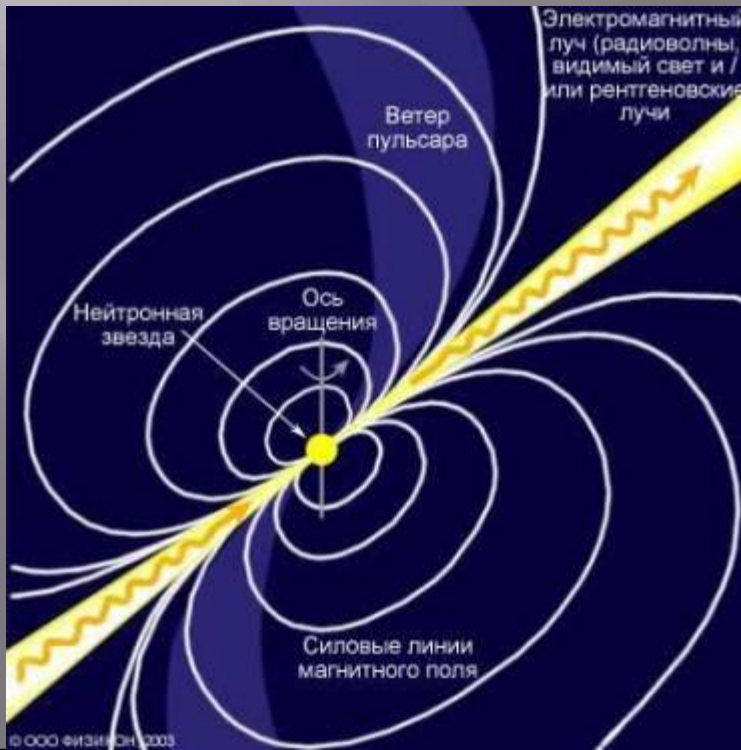
Эволюционные пути звезд

Пульсар

Остаток сверхновой в центре образованной туманности - нейтронная звезда (**пульсар**), обнаруживаемый по его радиоизлучению. Массы не превосходящей трех солнечных и размером в 20-30 км, плотность $\sim 2 \times 10^{14} \text{ г/см}^3$



Cas A – Кассиопея А туманность, мощный источник радиоизлучения. Внутри пульсар.

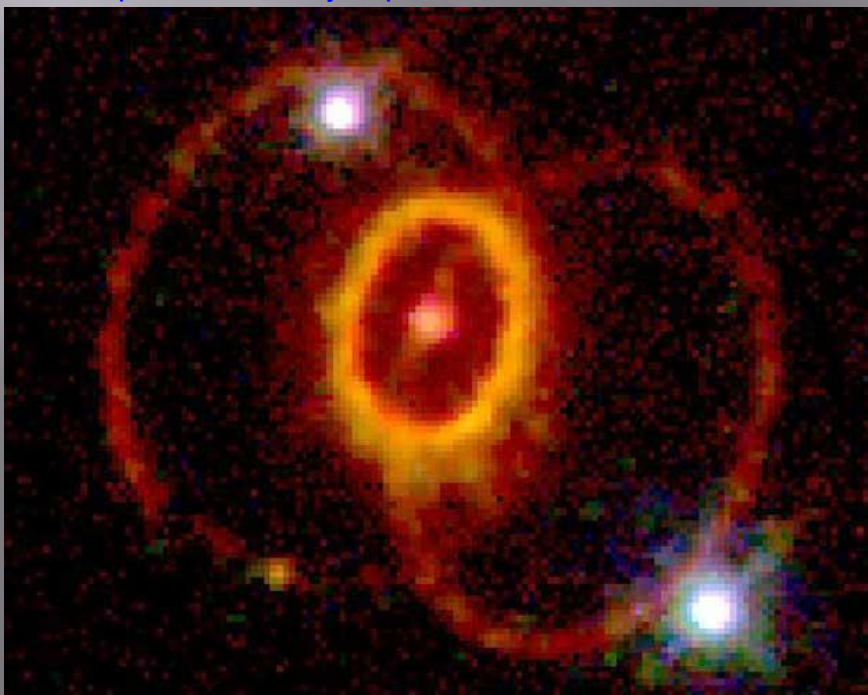
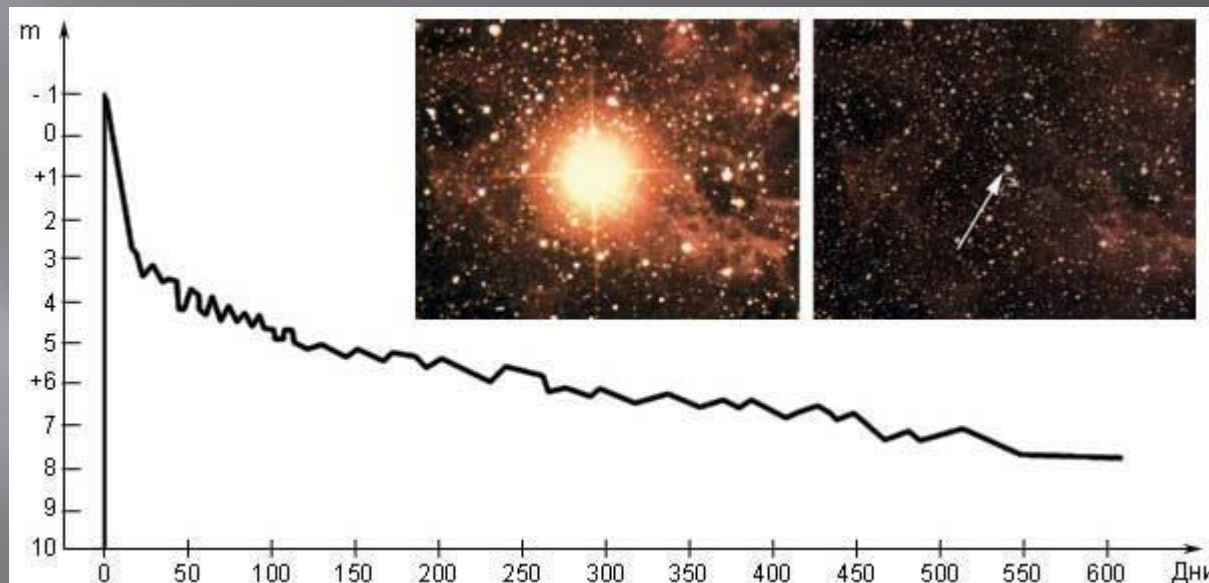


Нейтронные звезды рентгеновских пульсаров обладают очень сильным магнитным полем, достигающим значений $10^8 - 10^9 \text{ Тл}$ (в $10^{11} - 10^{12}$ раз больше магнитного поля Солнца). Рентгеновские пульсары располагаются преимущественно в диске Галактики.

Сверхновая 1987А



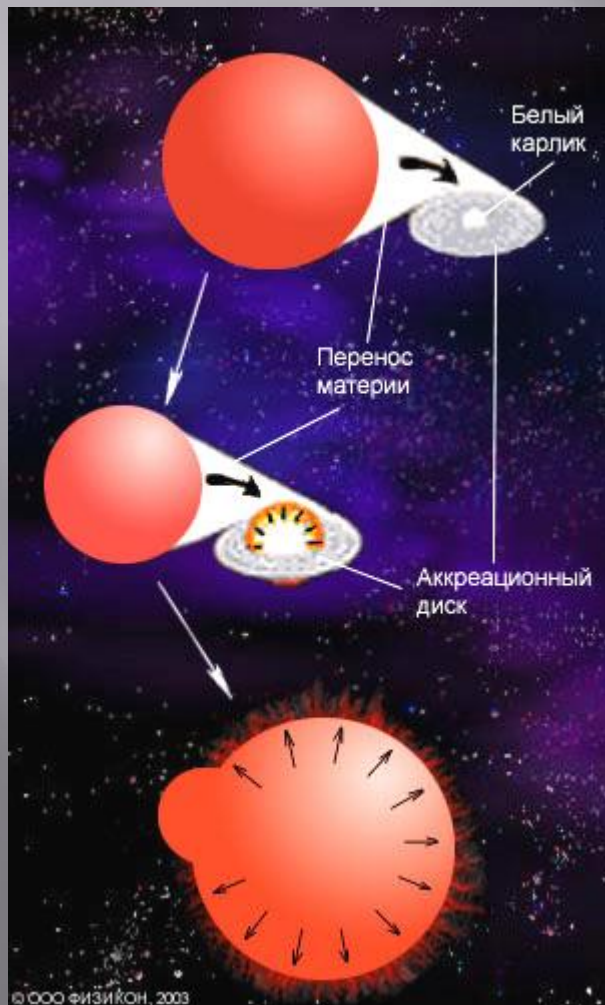
Сверхновая 1987А через 4 года после вспышки. Кольцо светящегося газа в 1991 году достигло 1,37 светового года в поперечнике. Внизу через 12 лет.



Сверхновая 1987А в Большом Магеллановом Облаке расположена там, где на старых фотографиях была лишь звездочка 12-й величины. Ее величина в максимуме достигла $2,9^m$, что позволяло легко наблюдать сверхновую невооруженным глазом

Типы сверхновых

По характеру спектра вблизи эпохи максимума различают два типа сверхновых. Только четверть всех сверхновых связана с коллапсом ядер массивных звезд (вспышки II типа и типа Ib). Многие сверхновые образуются при коллапсе (или взрыве) белых карликов (вспышки Ia).



Сверхновые I типа

Сверхновые I типа вблизи максимума отличаются непрерывным спектром, в котором не видно никаких линий. Позднее появляются в спектре линии поглощения, сильно расширенные.

Сверхновые II типа характеризуются спектром, богатым водородными линиями. Их светимость меняется в широких пределах, а после максимума падает более резко, чем у сверхновых I типа.

В эллиптических галактиках, состоящих из небольших красных звезд, вспыхивают сверхновые I типа, а в спиральных, где в рукавах много молодых массивных горячих сверхгигантов, вспыхивают

сверхновые II типа



Сверхновые II типа

Крабовидная туманность

SN 1054 (созвездие Тельца) видна была днем в течение 23 суток, отмечено в китайских и японских летописях. На ее месте обнаружена Крабовидная туманность, расширяющаяся со скоростью 1500км/с, а внутри в 1968г обнаружен пульсар (нейтронная звезда $16,4^m$).



Испускаемые пульсаром электроны порождают синхротронное излучение. Интервал между вспышками пульсара - 33 мсек; вспышки видны и в видимом свете, и как радиоимпульсы. Крабовидная туманность - один из самых сильных источников радиоизлучения в небе и называется "Телец-А". Туманность является также источником рентгеновского излучения.

Пульсар в туманности обозначался раньше NP 0531, а теперь обозначается PSR J0535+2200 (буква J указывает на то, что координаты даны на 2000 год).