

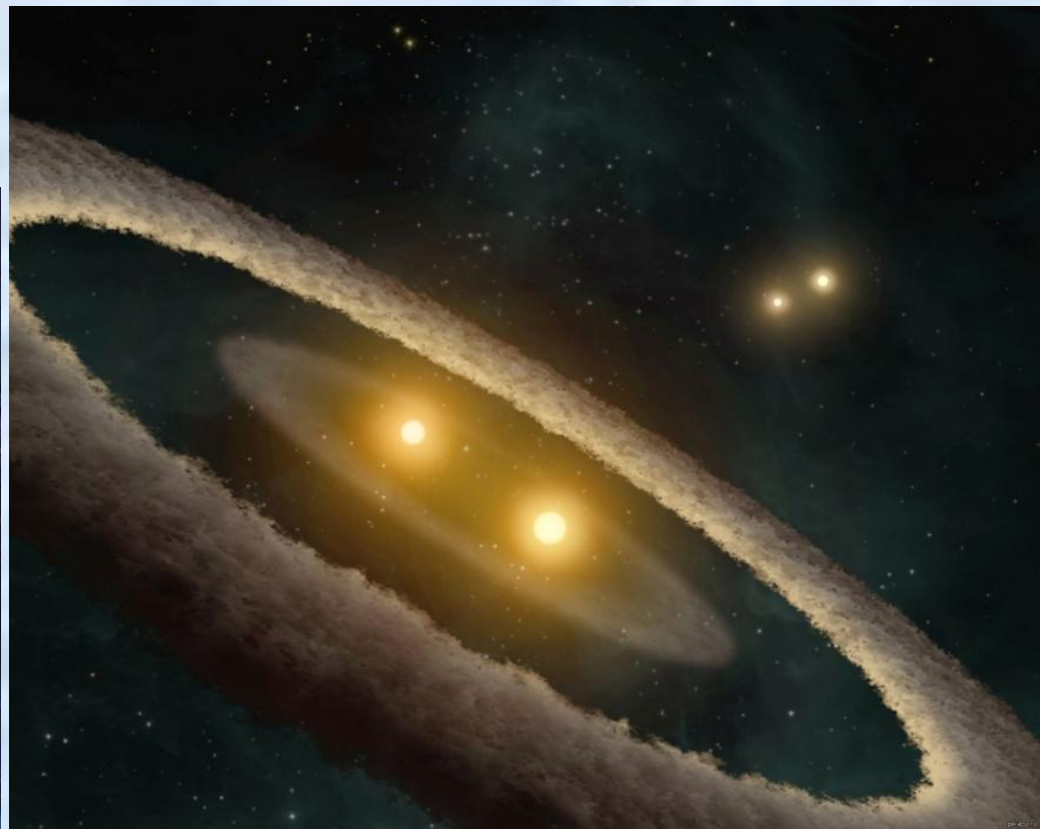


ДВОЙНЫЕ ЗВЁЗДЫ

Понятие «двойные звёзды»

Двойные звёзды — это две и более звезды, обращающиеся по эллиптическим орбитам вокруг общего центра масс под действием сил тяготения.

Приблизительно половина всех «звезд» на самом деле - двойные или кратные системы, хотя многие из них расположены так близко, что компоненты по отдельности наблюдать невозможно.



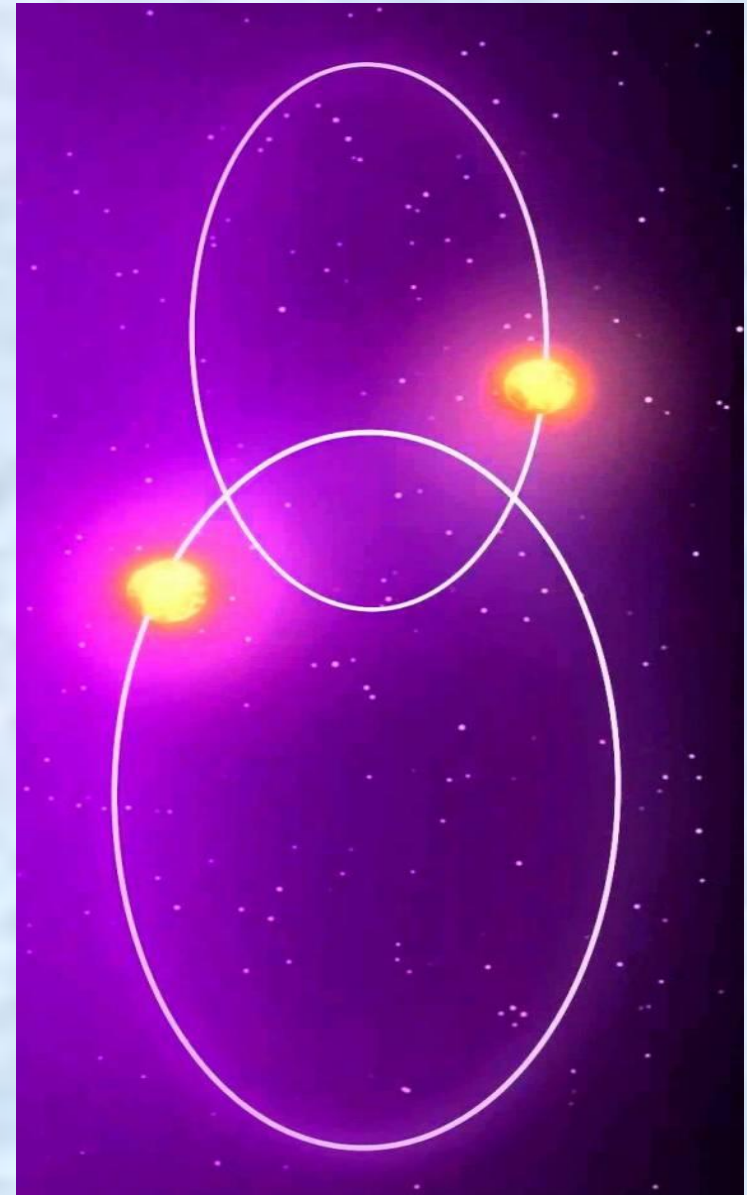
ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Обе звезды вращаются вокруг общего центра масс;

Расстояния между ними, массы и размеры этих звезд отличаются;

A – более яркая, *B* – менее яркая;

Визуально воспринимаются как одна звезда.



Открытие

Как правило, двойные звезды на небе обнаруживаются визуально по изменению видимого блеска (можно перепутать с цефеидами) и близкому нахождению друг к другу. Иногда бывает, что две звезды случайно видны рядом, а на самом деле находятся на значительном расстоянии и не имеют общего центра тяжести (т.е. оптически двойные звезды), однако, это встречается довольно редко.



Виды двойных звезд:



Эти звезды имеют несколько вытянутую форму вследствие взаимного притяжения. Много таких звезд открыл и изучил в начале XX века русский астроном С. Н. Блажко. Примерно половина всех звезд нашей Галактики принадлежит к двойным системам, так что двойные звезды, вращающиеся по орбитам одна вокруг другой, явление весьма распространенное.

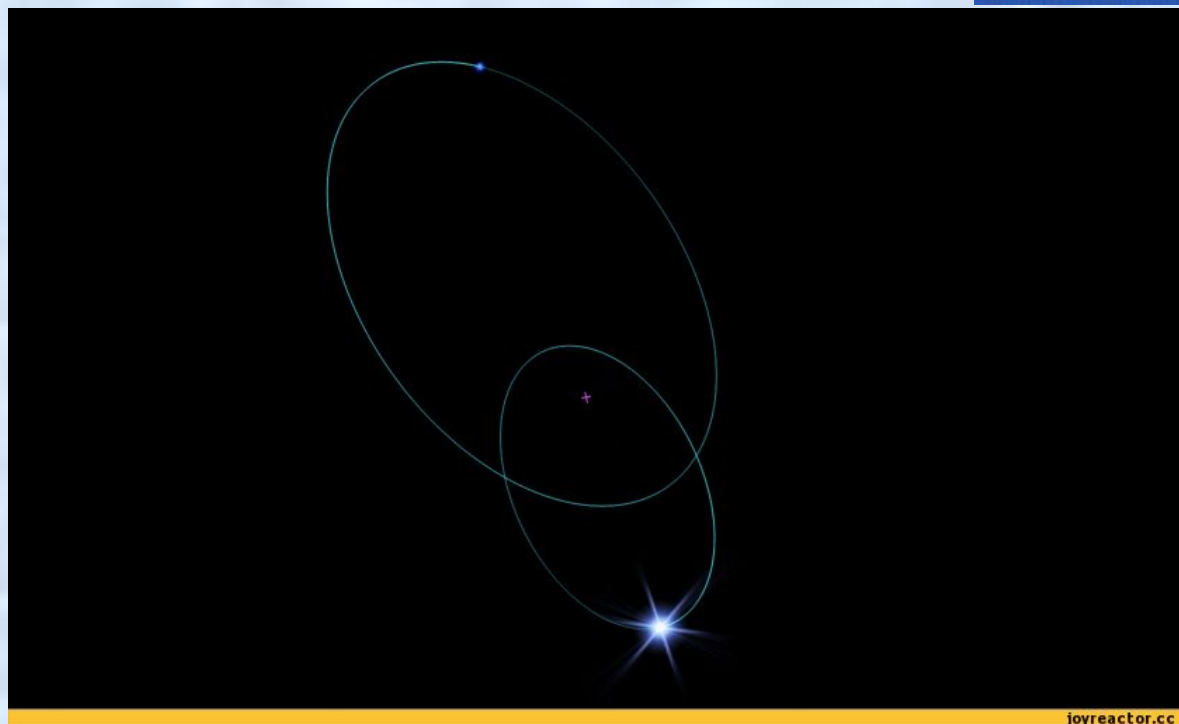
Виды двойных звезд:

- визуально двойные
- астрометрически двойные
- затменно-двойные
- спектрально двойные

Сириус

- двойная звезда

Сириус В – белый карлик



Виды двойных звезд:



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.

Оптически двойные звёзды



Пример Алькор и Мицар - оптически двойные звёзды, но физически они между собой не связаны. По Мицару и Алькору древние греки проверяли зоркость глаза. Угловое расстояние между Мицаром и Алькором 12 мин., а линейное расстояние между этими звёздами порядка 17000 а.е.,

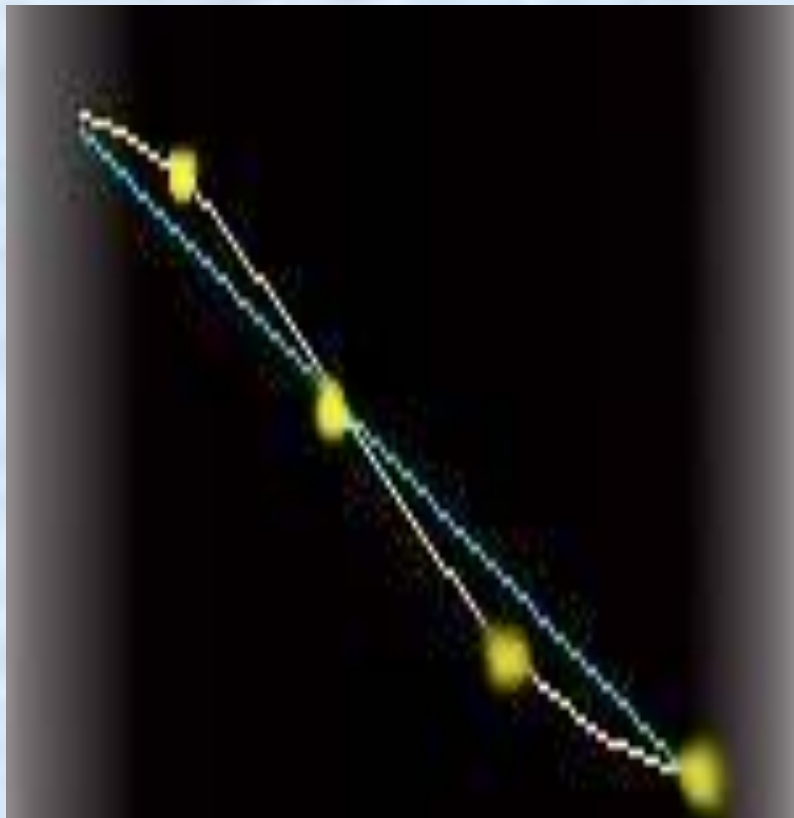
Затменно-переменные звезды



Тесные пары звезд,
которые нельзя разделить
даже в самые мощные
телескопы, их видимая
звездная величина
периодически меняется из-
за затмений одного
компонента другим.

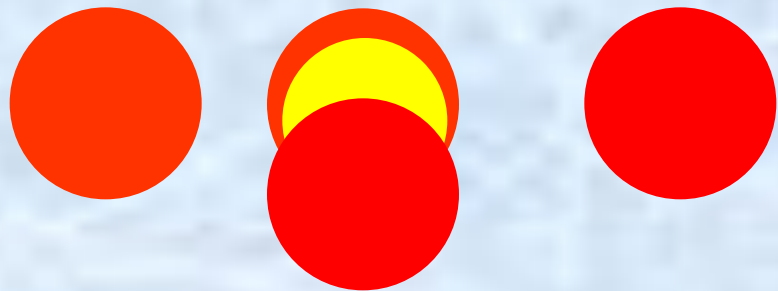


Астрометрически двойные

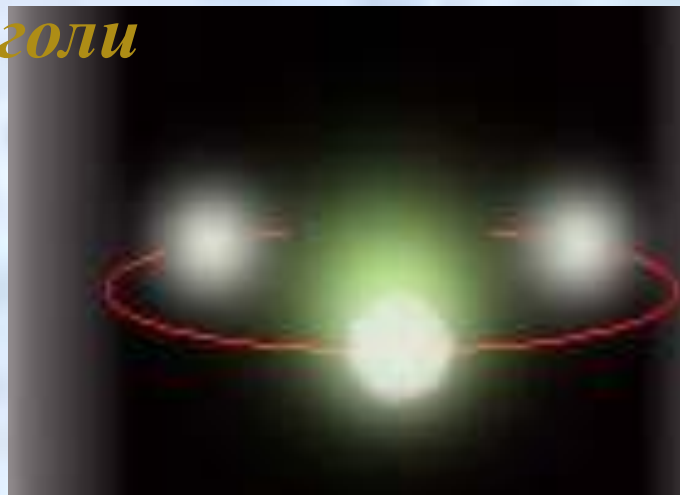


Часто звезды в парах сильно различаются по блеску, тусклую звездочку затмевает блеском яркая. Иногда в таких случаях астрономы узнают о двойственности звезды по отклонениям в движении яркой звезды под действием невидимого спутника от рассчитанной для одиночной звезды траектории в пространстве. Такие пары называют астрометрически двойными. В частности, Сириус долго относился к такому типу двойных, пока мощность телескопов не позволила разглядеть невидимый доселе спутник - Сириус В. Эта пара стала визуально двойной.

Затменно-двойные звёзды



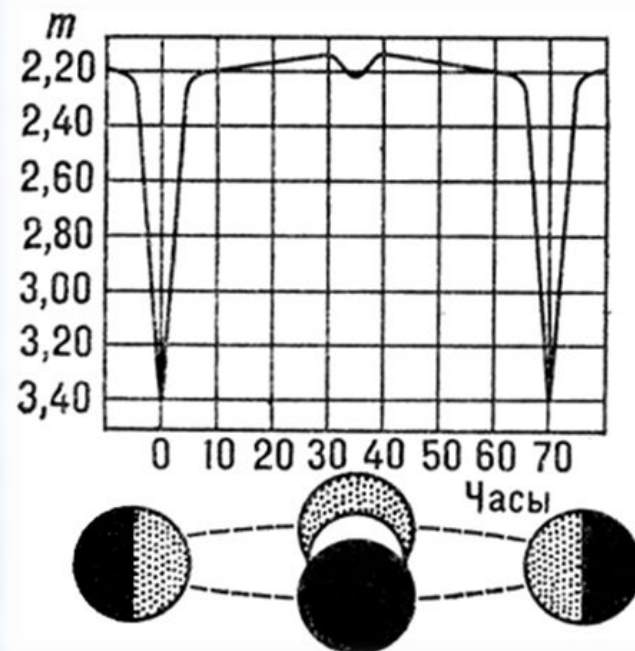
Алголи



Часто двойственность звезд можно выявить по периодическому изменению их блеска.

Первая затменно-переменная звезда — *Алголь* (β Персея) — была открыта в 1669 году итальянским астрономом Монтанари

Кривая блеска *Алголя* повторяется каждые 2 суток 20 часов и 49 минут. В 1784 году Гудрайк открывает вторую затменную звезду — β Лиры. Ее период 12 суток 21 час и 56 минут, и, в отличие от Алголя, блеск изменяется плавно.

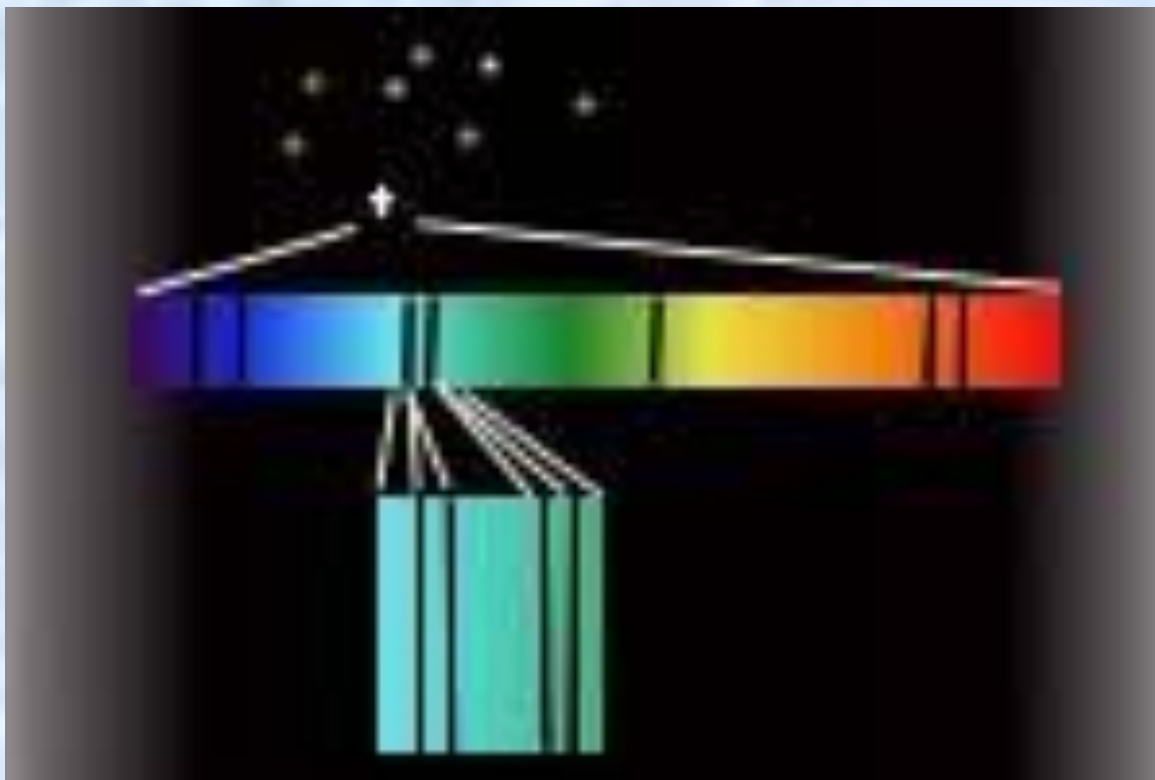


Затменно-двойные звёзды



Бывает, что плоскость обращения звезд вокруг их общего центра масс проходит или почти проходит через глаз наблюдателя. Орбиты звезд такой системы расположены, как бы, ребром к нам. Здесь звезды будут периодически затмевать друг друга, блеск всей пары будет с тем же периодом меняться. Этот тип двойных называется затменно-двойными. Если же говорить о переменности звезды, то такую звезду называют затменно-переменной, что также указывает на ее двойственность. Самой первой открытой и самой известной двойной такого типа является звезда Алголь (Глаз Дьявола) в созвездии Персея.

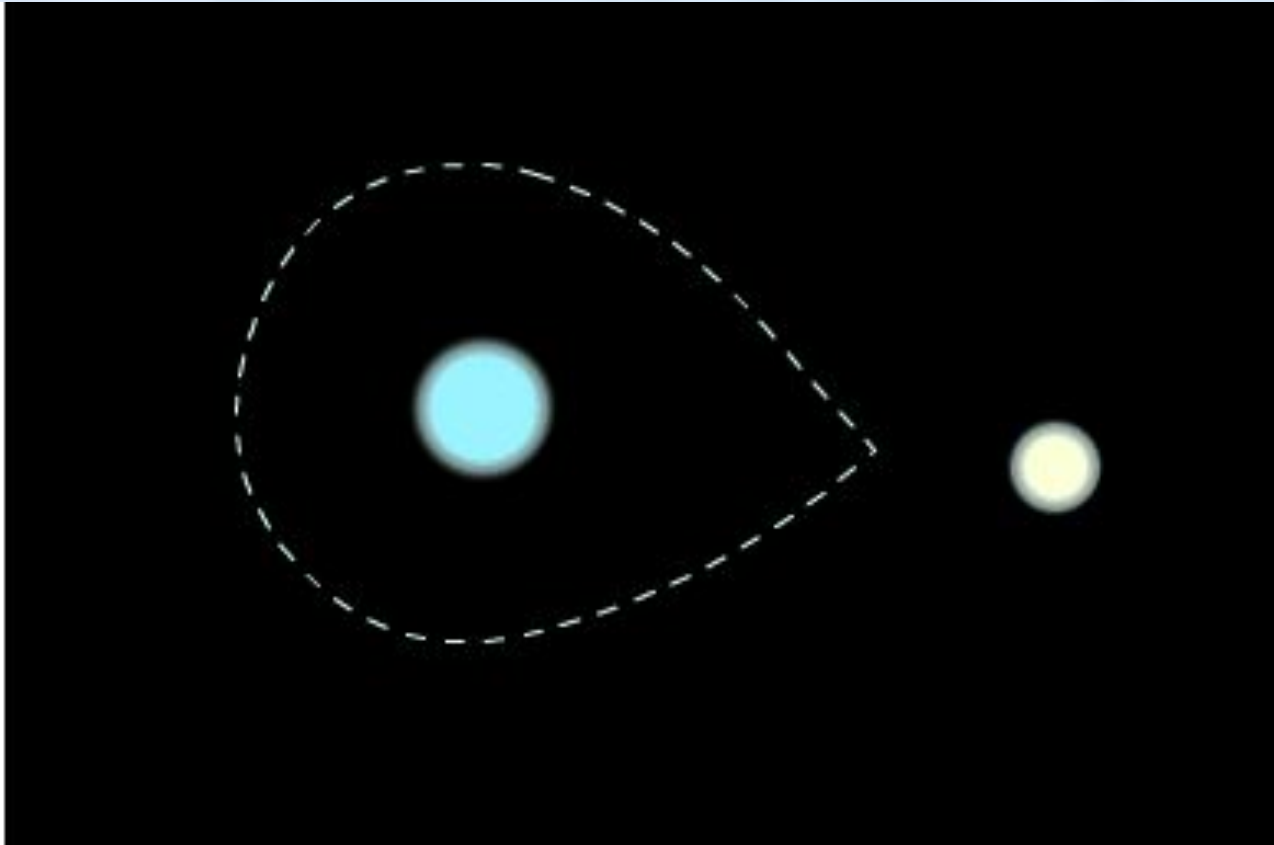
Спектрально-двойные звёзды



Последним типом двойных являются спектрально двойные. Их двойственность определяется при изучении спектра звезды, в котором замечаются периодические смещения линий поглощения или видно, что линии являются двойными, на чем основывается вывод о двойственности звезды.

Тесные двойные звёзды

В системе близко расположенных двойных звезд взаимные силы тяготения стремятся растянуть каждую из них, придать ей форму груши. Вокруг этих двух звезд имеется некоторая область в форме трехмерной восьмерки, поверхность которой представляет собой критическую границу.



Тесные пары: первый обмен массами

Двойные звезды рождаются вместе из одной газопылевой туманности, у них один возраст, но часто - разные массы. Более массивные звезды живут "быстрее", следовательно, более массивная звезда в процессе эволюции обгонит свою «сверстницу».

Она расширится, превращаясь в гиганта. В этом случае, размер звезды способен стать таким, что вещество с одной звезды (раздувшейся) начнет перетекать на другую. Как следствие, масса первоначально более легкой звезды может стать больше первоначально тяжелой!

Получим две звезды одинакового возраста: более массивная звезда еще находится на главной последовательности, (т.е. в ее центре продолжается синтез гелия из водорода, а более легкая звезда уже израсходовала свой водород, в ней образовалось гелиевое ядро.

В мире одиночных звезд такого произойти не может. Из-за несоответствия возраста звезды её массе это явление названо парадоксом Алголя.



Второй обмен массами

В двойных же системах встречаются также рентгеновские пульсары, излучающие в более высокоэнергетическом диапазоне длин волн. Это излучение связано с *аккрецией* вещества вблизи магнитных полюсов релятивистской звезды. Источником *аккреции* служат частицы звездного ветра, испускаемые второй звездой (та же природа и у солнечного ветра).

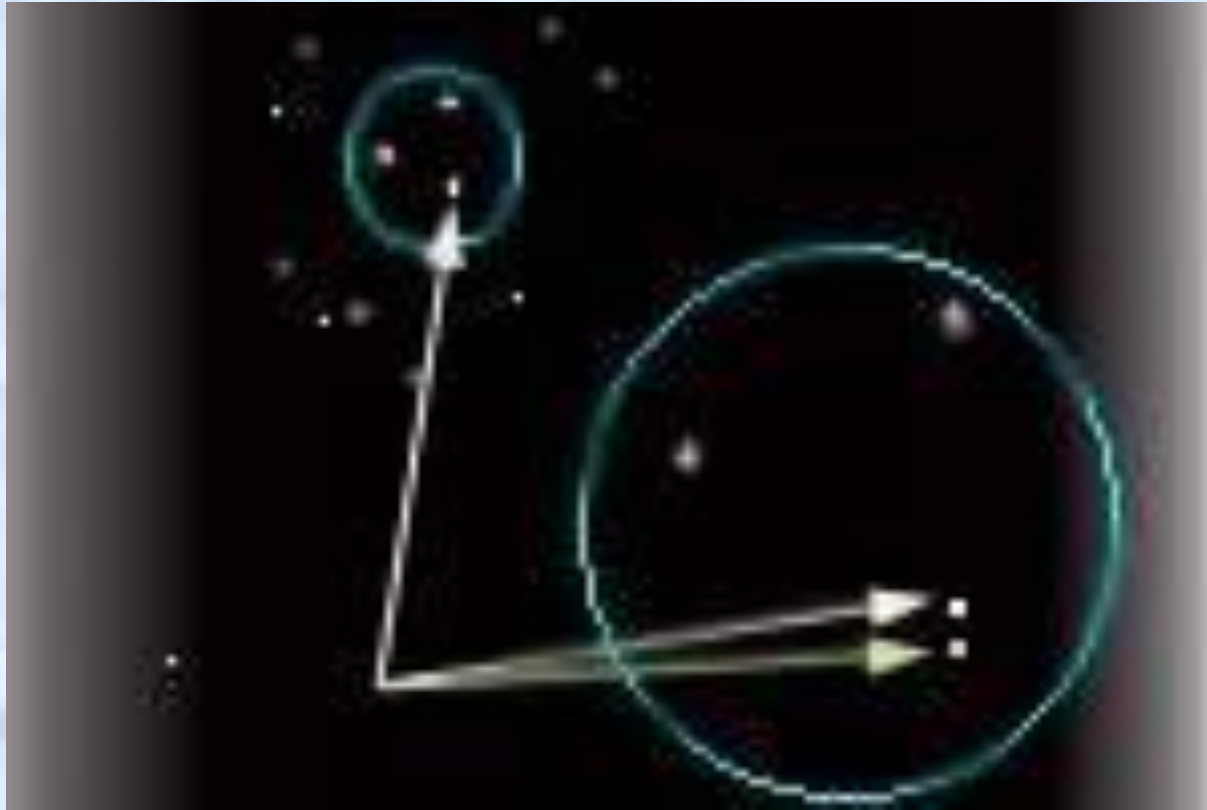
Если звезда имеет большие размеры, звездный ветер достигает значительной плотности, энергия излучения рентгеновского пульсара может доходить до сотни и тысячи светимостей Солнца.

Рентгеновский пульсар - единственный способ косвенного обнаружения черной дыры, которую, как мы помним, увидеть нельзя. Да и нейтронная звезда является редчайшим объектом для визуальных наблюдений.

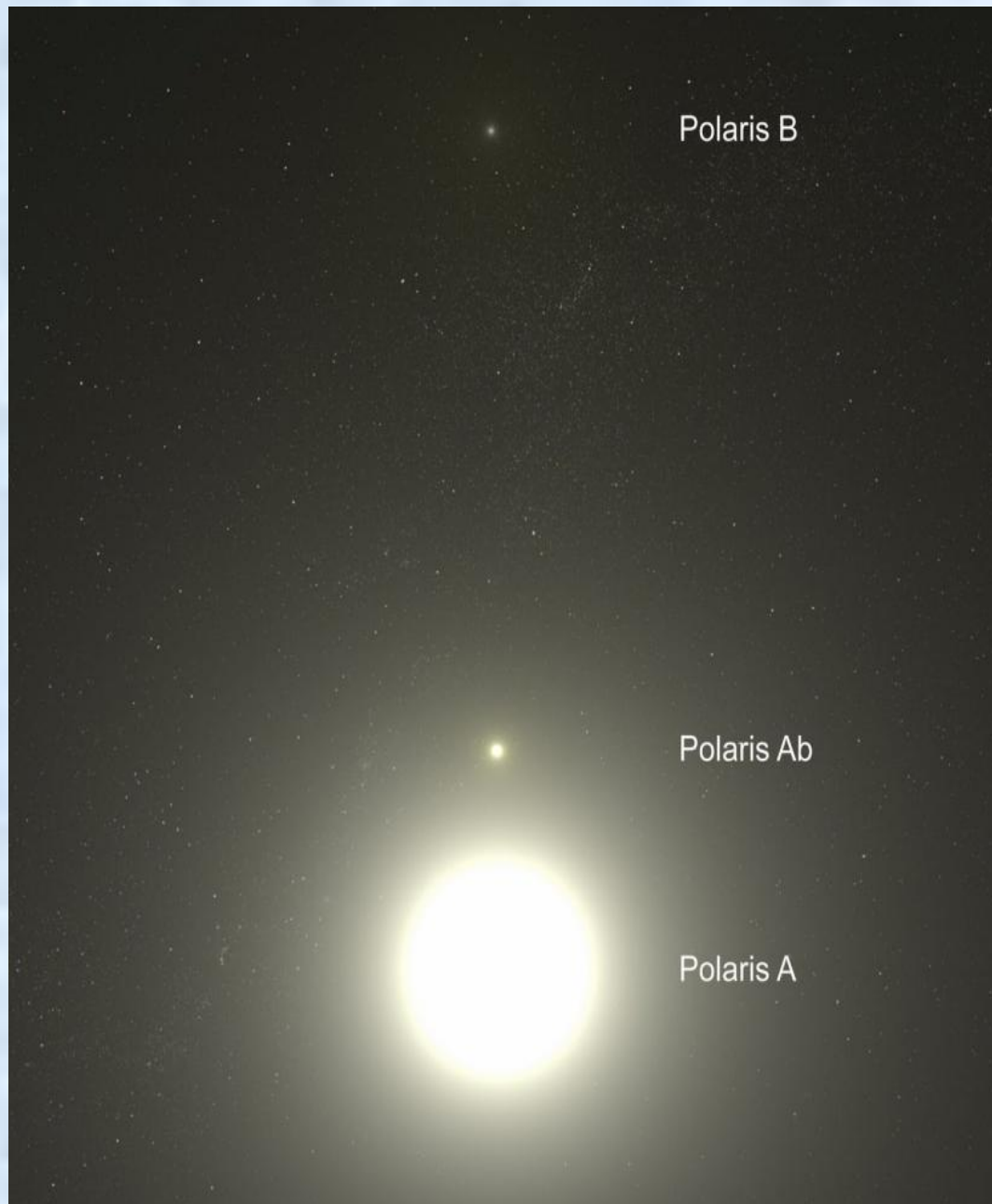
Вторая звезда тоже рано или поздно раздуется, и вещество начнет перетекать на соседку. И это - уже второй обмен веществом в двойной системе. Достигнув больших размеров, вторая звезда начинает "возвращать" забранное при первом обмене.



Кратные звездные системы



Часто, правда, встречаются так называемые кратные системы, с тремя и более компонентами. Однако движение трех и более взаимодействующих тел неустойчиво. В системе, скажем, из трех звезд всегда можно выделить, двойную подсистему и третью звезду, вращающуюся вокруг этой пары. В системе из четырех звезд могут существовать две двойные подсистемы, вращающиеся вокруг общего центра масс.

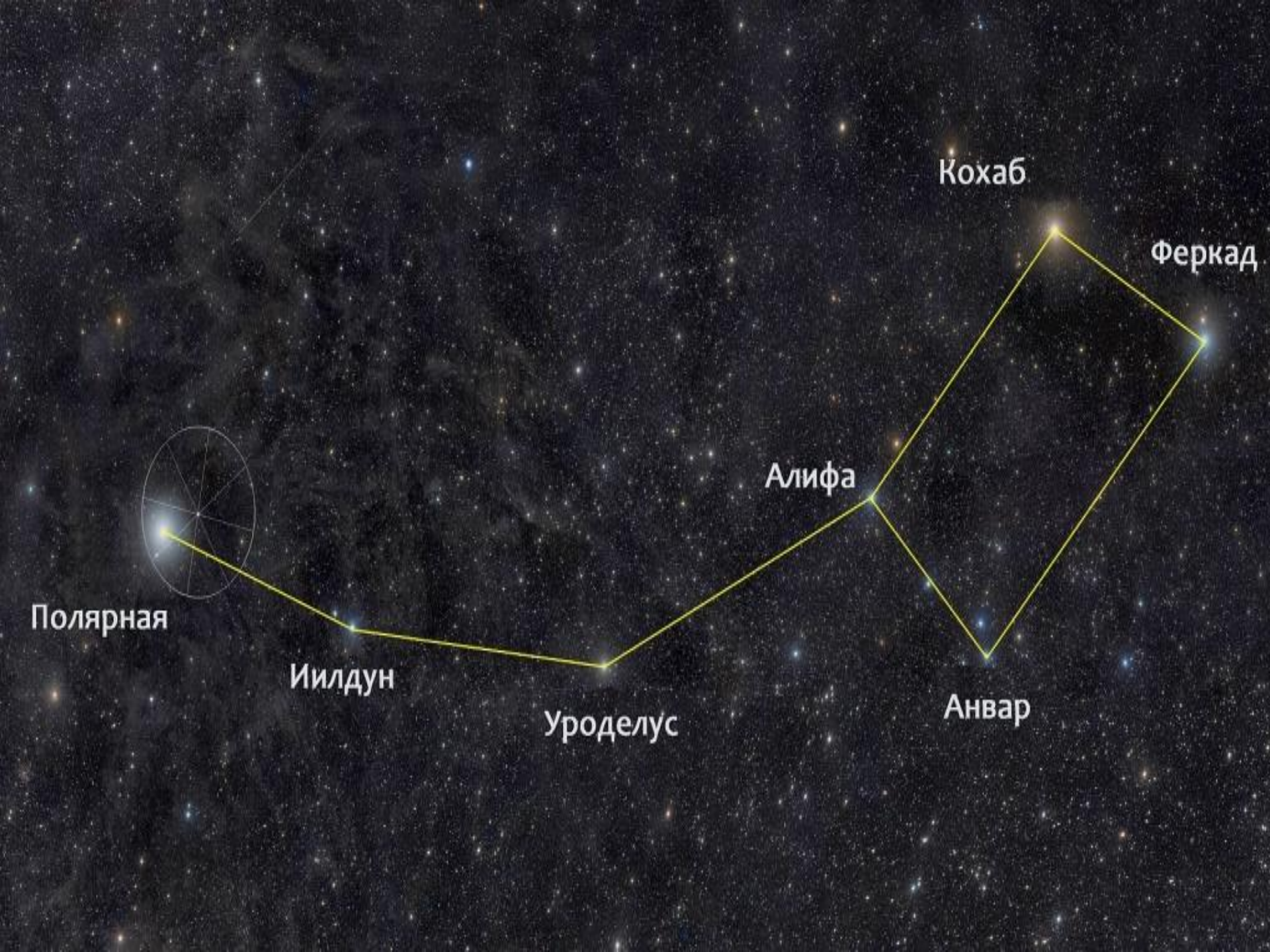


ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА

Находится в составе
созвездия Малой
медведицы;

В 4,5 раза больше Солнца
по массе (сверхгигант);

Имеет два «спутника».



Кохаб

Феркад

Алифа

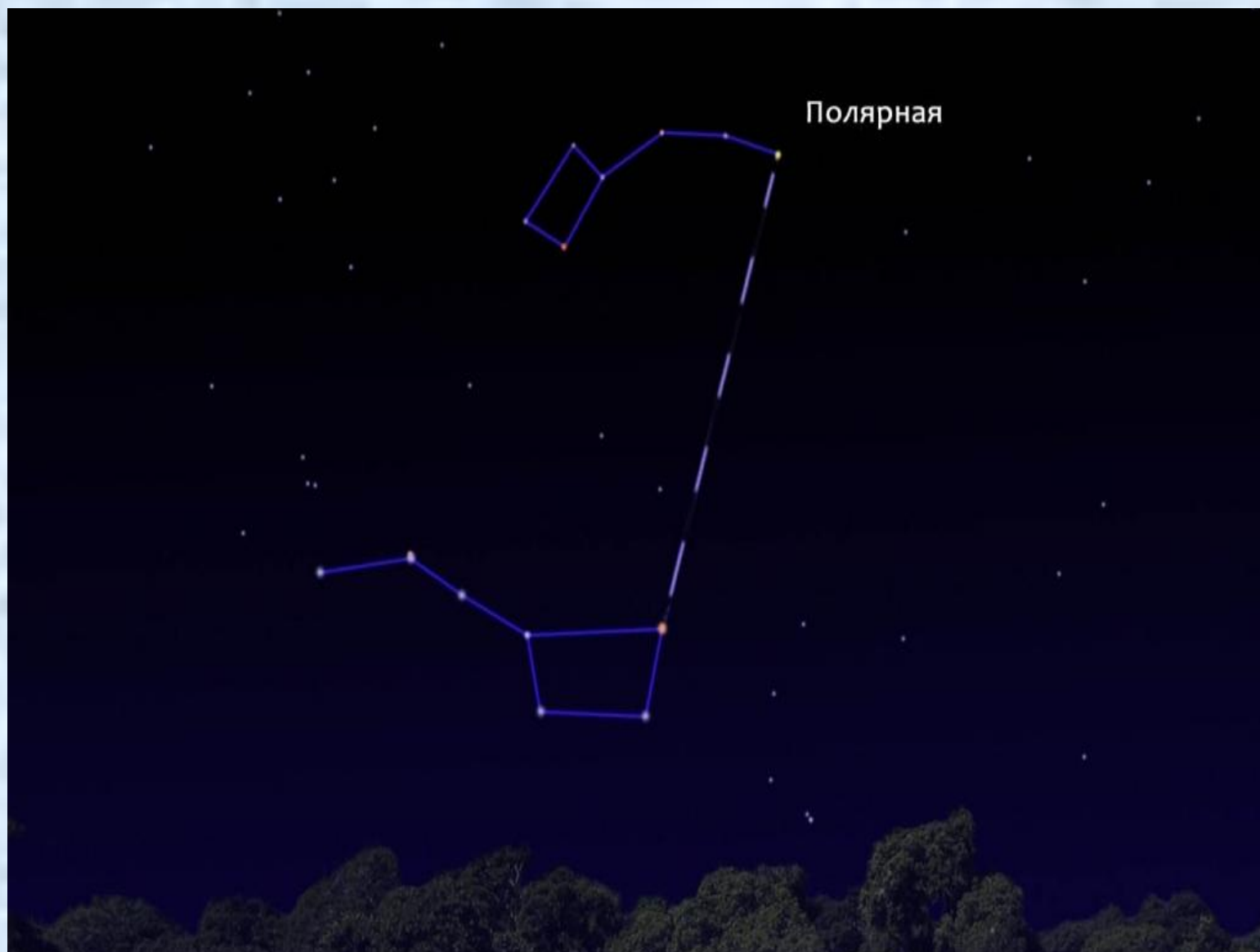
Анвар

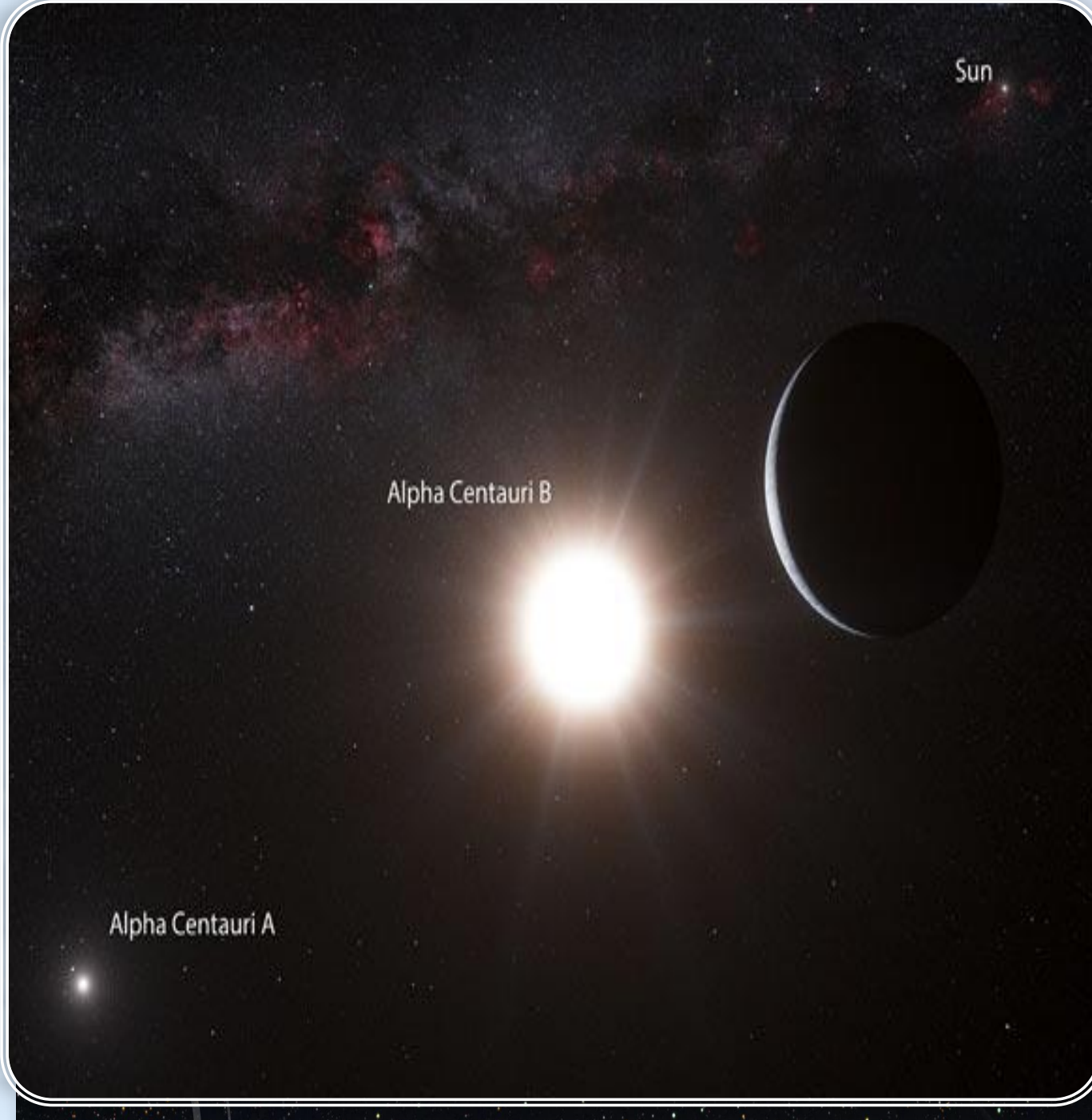
Уроделус

Иилдун

Полярная

Как обнаружить на небе Полярную звезду





АЛЬФА ЦЕНТАВРА

тройная звезда
наиболее
близкая к
солнечной
системе

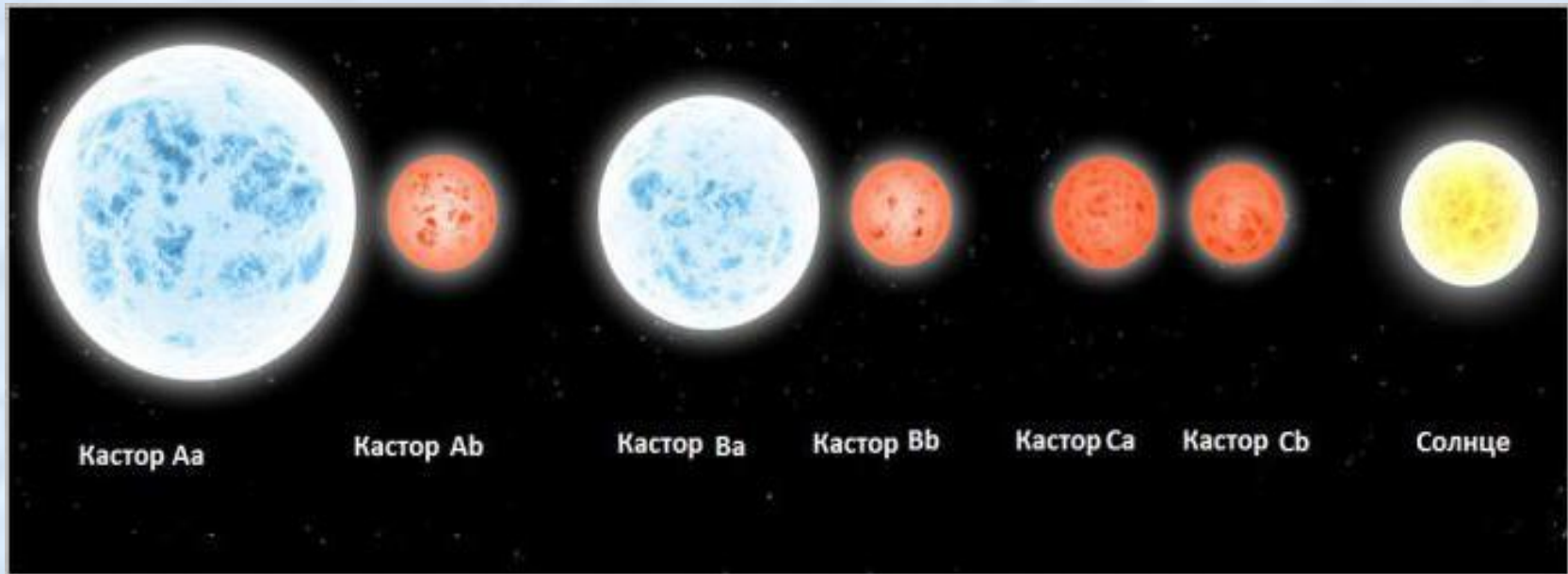
КРАТНЫЕ ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ

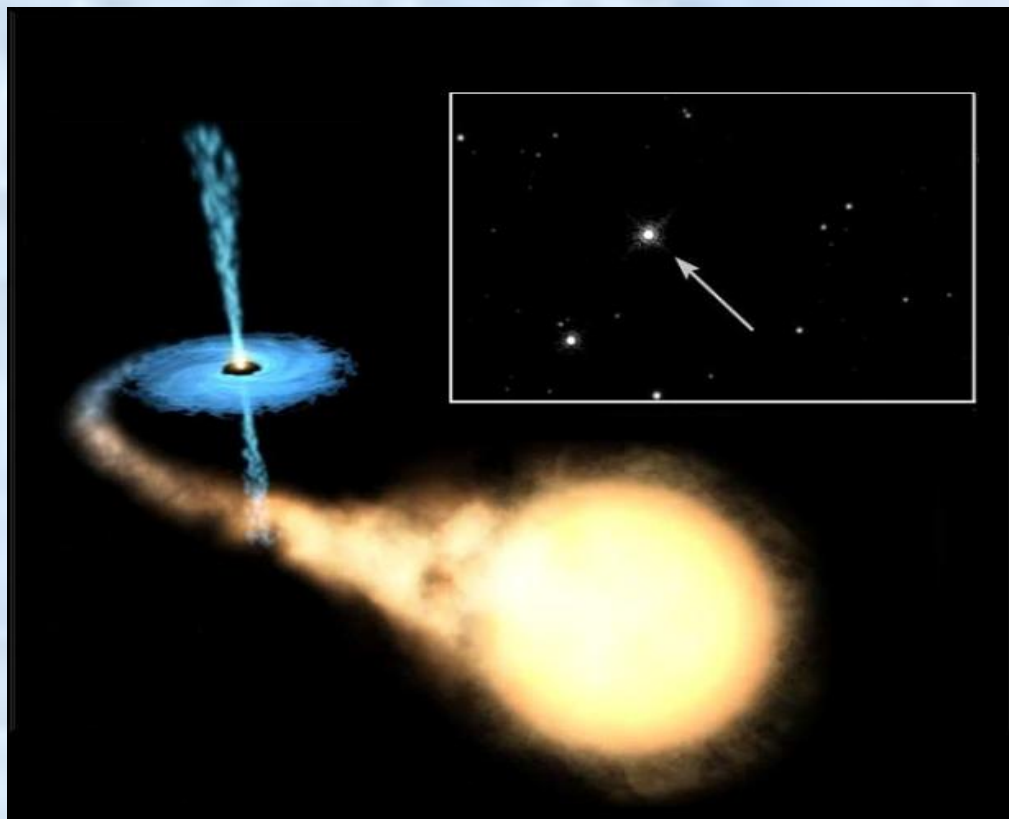
– встречаются реже двойных; состоит в основном из двух звезд и отдаленного спутника, который вращается вокруг этой пары.

Системы из четырех звезд – встречаются редко; две звездные пары.

Пять и шесть звезд – предел кратности звездных систем.

Пример кратной звездной системы





Эти две грушеобразные фигуры, каждая вокруг своей **звезды**, называются **полостями Роша**.

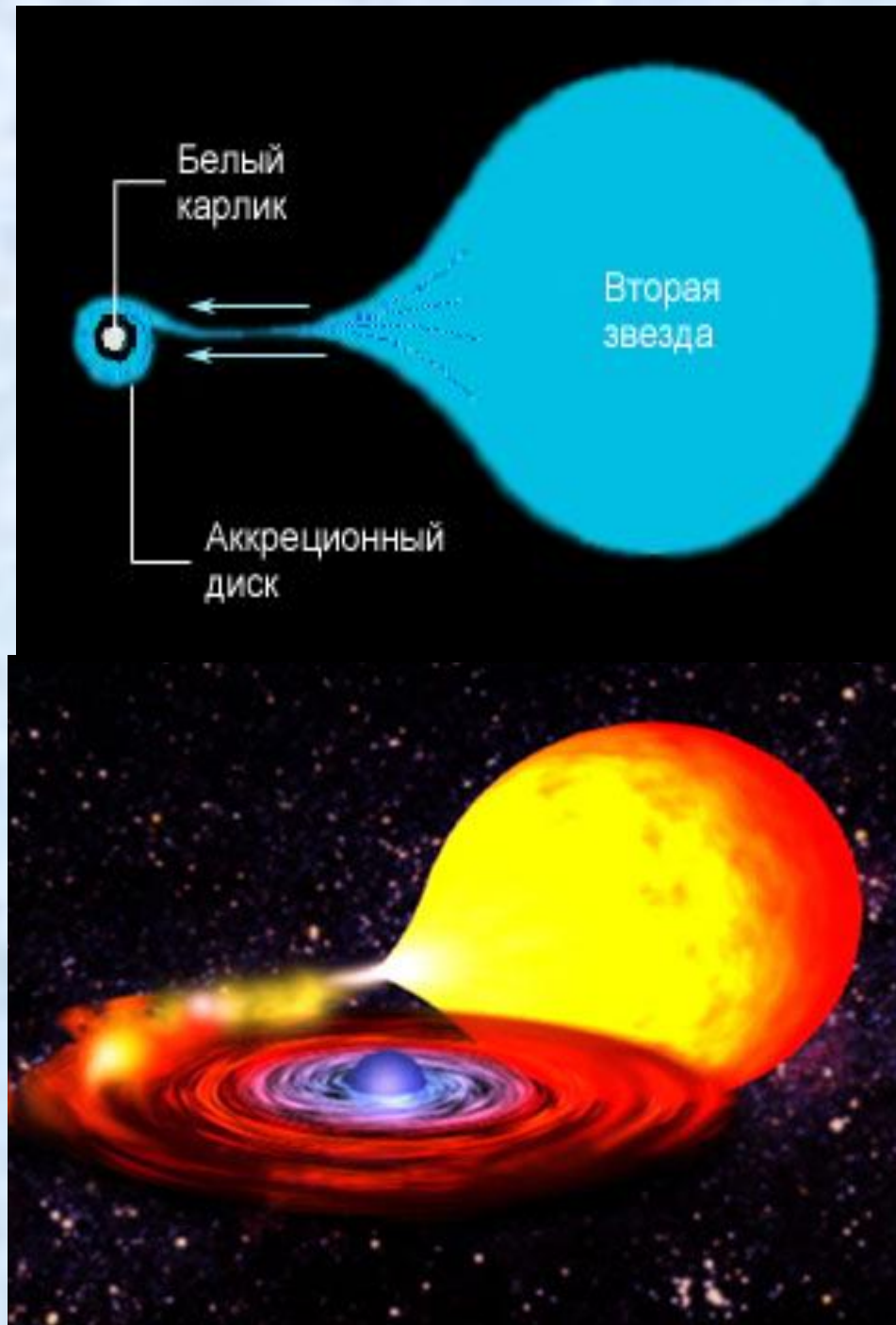
Если одна из звёзд вырастает настолько, что заполняет свою **полость Роша**, то вещество с нее устремляется на другую звезду в той точке, где полости соприкасаются. Часто звездный материал не опускается прямо на звезду, а сначала закручивается вихрем, образуя так называемый **аккреционный диск**.

Рентгеновские звёзды

В Галактике найдено, по крайней мере, **100 мощных источников рентгеновского излучения.**

По мнению астрономов, причиной рентгеновского излучения могла бы служить материя, падающая на поверхность маленькой нейтронной звезды.

В двойных системах с небольшими массами вокруг нейтронной звезды образуется газовый диск, В случае же систем с большими массами материал устремляется прямо на нейтронную звезду - ее магнитное поле засасывает его, как в воронку. Именно такие системы часто оказываются рентгеновскими пульсарами.



Измерение параметров двойных звёзд

Из этого уравнения можно найти сумму масс двойной звезды, то есть массу системы.

Пусть M солнца = 1, учитывая, что $M_{\odot} \gg M_{\oplus}$, $T = 1$ год, $a - 1$ а.е.

Тогда

$$(m_1 + m_2)P^2 = \frac{A^3}{a^3}$$

Учитывая, что

$$A = \frac{\alpha}{\pi}$$

$$m_1 + m_2 = \frac{\alpha^3}{\pi^3 P^2}$$

m_1 и m_2 – массы звезд

P – их период обращения

T – один год

A – большая полуось орбиты спутника относительно главной звезды

α – расстояние от Земли до Солнца.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. В чем отличие между оптически двойными звездами и спектрально двойными звездами?
2. Что такое затменно-двойные звезды?
3. Назовите известные вам системы с истинно двойными звездами?
4. Почему, с точки зрения астрофизики, рентгеновские пульсары так названы?
5. Какие звездные системы называют переменными и почему?
6. В чем особенность кратных звездных систем?
7. Подчиняются ли движения звезд в двойных и кратных системах законам Кеплера?