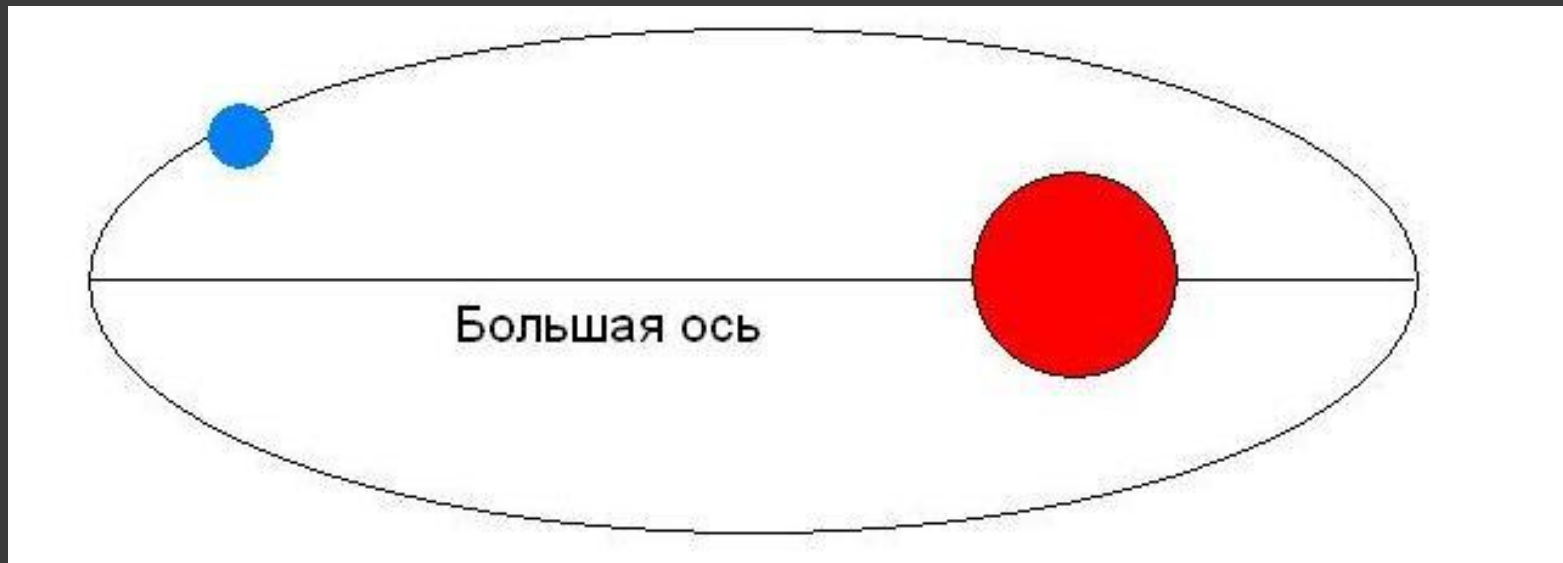


# ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ. МАССА ЗВЕЗД

# ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

- ◎ Двойные звезды — это две (иногда встречается три и более) звезды, обращающиеся вокруг общего центра тяжести.



# Существуют разные двойные звезды:

- Две похожие звезды в паре
- Разные (как правило, это красный гигант и белый карлик)

Эти звезды имеют несколько вытянутую форму вследствие взаимного притяжения. Много таких звезд открыл и изучил в начале нашего 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

Принадлежность к двойной системе очень сильно влияет на всю жизнь звезды, особенно когда напарники находятся близко друг к другу. Потoki вещества, устремляющиеся от одной звезды на другую, приводят к драматическим вспышкам, таким, как взрывы новых и сверхновых звезд.

Двойные звезды удерживаются вместе взаимным тяготением. Обе звезды двойной системы вращаются по эллиптическим орбитам вокруг некоторой точки, лежащей между ними и называемой центром гравитации этих звезд. Чем дальше звезды друг от друга, тем дольше делятся их пути по орбитам. Большинство двойных звезд (или просто – двойных) слишком близки друг к другу, чтобы их можно было различить по отдельности даже в самые мощные телескопы. Если расстояние между партнерами достаточно велико, орбитальный период может измеряться годами, а иногда целым столетием или даже больше. Двойные звезды, которые возможно увидеть раздельно, называются видимыми двойными.

# ОТКРЫТИЕ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД



- Как правило, двойные звезды на небе обнаруживаются визуально (первая и них была открыта еще древними арабами) по изменению видимого блеска (тут опасно перепутать их 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.

# ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

- Если предположить, что закон всемирного тяготения постоянен в любой части нашей галактики, то, возможно, измерить массу двойных звезд исходя из законов Кеплера. По III закону Кеплера:

$$((m_1 + m_2)P^2) / ((M_{\text{солнца}} + m_{\text{Земли}})T^2) = A^3 / a^3$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – массы звезд,  $P$  – их период обращения,  $T$  – один год,  $A$  – большая полуось орбиты спутника относительно главной звезды,  $a$  – расстояние от Земли до Солнца.

Из формулы можно найти сумму масс двойной звезды, то есть массу системы. Массу каждой из звезд по отдельности можно найти, зная расстояния каждой из звезд от их общего центра масс ( $x_1, x_2$ ). Тогда  $x_1/x_2 = m_2/m_1$ . Исследуя массы различных звезд, было выяснено, что их разброс не очень велик: от 40 масс Солнца до 1/4 массы Солнца.

Остальные параметры двойных звезд (температура, яркость, светимость...) исследуются так же, как и у обычных.

# ТЕПЛЫЕ ДВОИНЫЕ ЗВЕЗДЫ

- ◎ В системе близко расположенных двойных звезд взаимные силы тяготения стремятся растянуть каждую из них, придать ей форму груши. Если тяготение достаточно сильно, наступает критический момент, когда вещество начинает утекать с одной звезды и падать на другую. Вокруг этих двух звезд имеется некоторая область в форме трехмерной восьмерки, поверхность которой представляет собой критическую границу. Эти две грушеобразные фигуры, каждая вокруг своей звезды, называются полостями Роша. Если одна из звезд 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.



Одним из поразительных результатов переноса массы в двойных звездах является так называемая вспышка новой.

Одна звезда расширяется так, что заполняет свою полость Роша; это означает раздувание наружных слоев звезды до того момента, когда ее материал начнет захватываться другой звездой, подчиняясь ее тяготению.

Эта вторая звезда – белый карлик. Внезапно блеск увеличивается примерно на десять звездных величин – вспыхивает новая. Происходит не что иное, как гигантский выброс энергии за очень короткое время, мощный ядерный взрыв на поверхности белого карлика.

# РЕНТГЕНОВСКИЕ ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

- В Галактике найдено, по крайней мере, 100 мощных источников рентгеновского излучения. Рентгеновские лучи обладают настолько большой энергией, что для возникновения их источника должно произойти нечто из ряда вон выходящее. 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.

# ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИМЕРЫ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

## ◎ *α Центавра.*

α Центавра состоит из двух звезд — α Центавра А и α Центавра В. α Центавра А имеет параметры, почти аналогичные параметрам Солнца: Спектральный класс G, температура около 6000 К и такую же массу и плотность. α Центавра В имеет массу на 15% меньше, спектральный класс K5, температуру 4000 К, диаметр 3/4 солнечного, эксцентриситет (степень вытянутости эллипса, равная отношению расстояния от фокуса до центра к длине большей полуоси, т.е. эксцентриситет окружности равен 0 – 0,51). Период обращения – 78,8 года, большая полуось – 23,3 а. е., плоскость орбиты наклонена к лучу зрения под углом 11°, центр тяжести системы приближается к нам со скоростью 22 км/с, поперечная скорость 23 км/с, т.е. общая скорость направлена к нам под углом 45° и составляет 31 км/с.

## ◎ Сириус.

Сириус, как и  $\alpha$  Центавра, тоже состоит из двух звезд – А и В, однако в отличие от неё обе звезды имеют спектральный класс А (А-А0, В-А7) и, следовательно, значительно большую температуру (А-10000 К, В- 8000 К). Масса Сириуса А –  $2,5M_{\text{солнца}}$ , Сириуса В –  $0,96M_{\text{солнца}}$ . Следовательно, поверхности одинаковой площади излучают у этих звезд одинаковое количество энергии, но по светимости спутник в 10 000 раз слабее, чем Сириус. Значит, его радиус меньше в 100 раз, т.е. он почти такой же, как Земля. Между тем масса у него почти такая же, как и у Солнца. Следовательно, белый карлик имеет огромную плотность - около  $10^5 \text{ г/см}^3$ . Существование газа такой плотности было объяснено таким образом: обычно предел плотности ставит размер атомов, являющихся системами, состоящими из ядра и электронной оболочки. При очень высокой температуре в недрах звезд и при полной ионизации атомов их ядра и электроны становятся независимыми друг от друга. При колоссальном давлении вышележащих слоев это "крошево" из частиц может быть сжато гораздо сильнее, чем нейтральный газ. Теоретически допускается возможность существования при некоторых условиях звезд с плотностью, равной плотности атомных ядер. При исследовании Сириуса, даже зная о существовании спутника, его долго не могли обнаружить из-за того, что его плотность в 75 тысяч раз больше, чем у Сириуса А, а следовательно, размер и светимость  $\approx$  в 10 тысяч раз меньше. Это связано с тем, что атомы Сириуса В находятся в полностью ионизированном состоянии, а свет, как известно, излучается только при переходе электрона с орбиты на орбиту.

