

ДВОЙНЫЕ ЗВЁЗДЫ



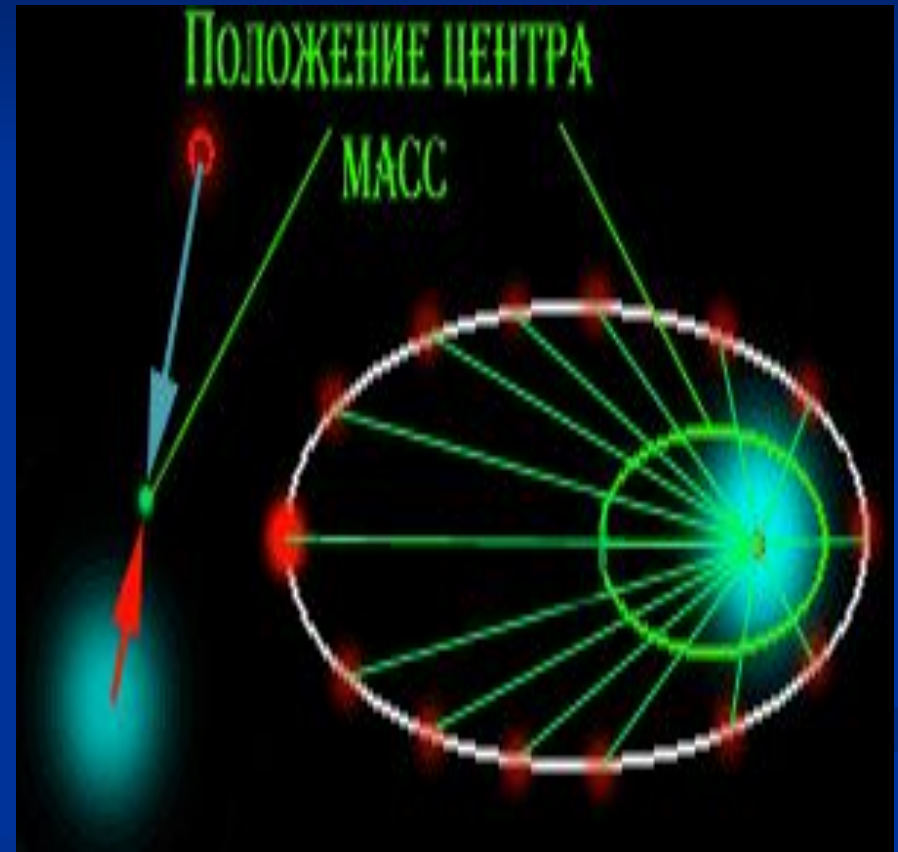
Типы двойных звезд

- Для начала выясним, какие звезды так называют. Давайте сразу отбросим тот тип двойных, который носит название "оптически двойные звезды". Это - пары звезд, случайно оказавшиеся рядом на небе, то есть в одном направлении, а в пространстве, на самом деле, их разделяют большие расстояния. Этот тип двойных мы рассматривать не станем. Нас будет интересовать класс физически двойных, то есть действительно связанных гравитационным взаимодействием звезд.



Положение центра масс

- Физически двойные звезды по эллипсам вращаются вокруг общего центра масс. Однако, если отсчитывать координаты одной звезды относительно другой, то получится, что звезды движутся друг относительно друга тоже по эллипсам. На этом рисунке за начало отсчета мы взяли более массивную голубую звезду. В такой системе центр масс (зеленая точка) описывает вокруг голубой звезды эллипс. Хотелся предостеречь читателя от распространенного заблуждения, заключающегося в том, что часто полагается будто бы более массивная звезда сильнее притягивает звезду с малой массой, чем наоборот. Любые два объекта притягивают друг друга одинаково. Но объект с большой массой труднее сдвинуть с места. И хотя падающий на Землю камень притягивает Землю с той же силой, что и Земля его, этой силой невозможно побеспокоить нашу планету, и мы видим, как движется камень.



- 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. Иными словами, в природе, устойчивые кратные системы всегда сводятся к системам из двух членов.
- К системе из трех звезд принадлежит небезызвестная Альфа Центавра, считающаяся многими ближайшей к нам звездой, а на самом деле, третий слабый компонент этой системы - Проксима Центавра, красный карлик, - находится ближе. Все три звезды системы из-за близости видны раздельно. Действительно, иногда то, что звезда двойная, видно в телескоп. Такие двойные называются визуально двойными (не путать с оптически двойными!). Как правило, это не тесные пары, расстояния между звездами в них велики, гораздо больше их собственных размеров.



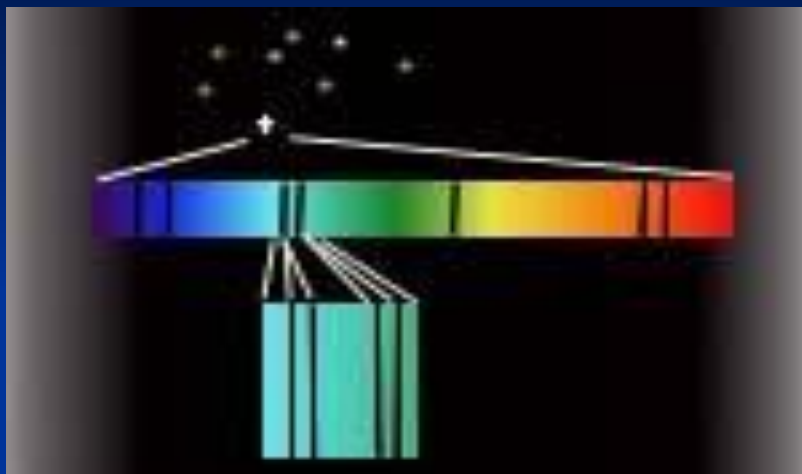
Блеск двойных звёзд



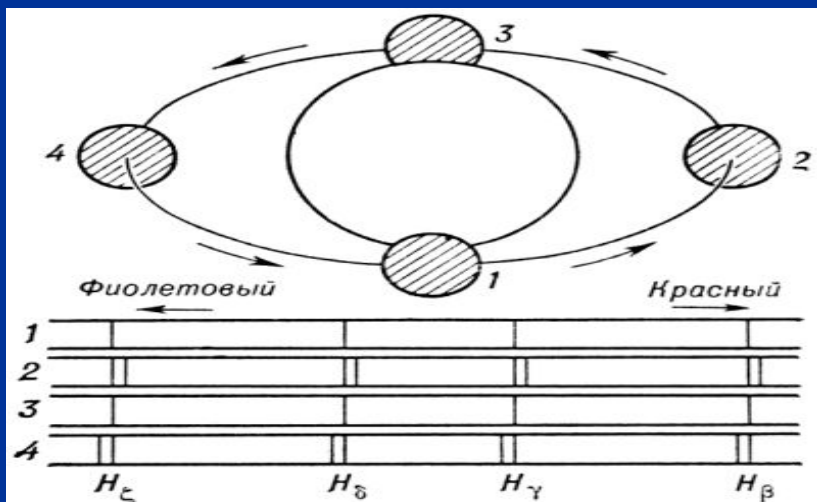
- Часто звезды в парах сильно различаются по блеску, тусклую звездочку затмевает блеском яркая. Иногда в таких случаях астрономы узнают о двойственности звезды по отклонениям в движении яркой звезды под действием невидимого спутника от рассчитанной для одиночной звезды траектории в пространстве. Такие 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.
- 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.



Чем же интересны двойные звезды?

- Во-первых, они дают возможность узнать массы звезд, так как легче всего и надежнее всего она вычисляется по видимому взаимодействию двух тел. Прямые наблюдения позволяют узнать общий "вес" системы, а если добавить к ним известные соотношения между массами звезд и их светимостями, о которых говорилось выше в рассказе о судьбе звезд, то можно выяснить массы компонентов, проверить теорию. Одиночные звезды такой возможности нам не предоставляют. Кроме того, как тоже было упомянуто ранее, судьба звезд в таких системах может разительно отличаться от судьбы таких же одиночных звезд. Небесные пары, расстояния между которыми велики, по сравнению с размерами самих звезд, на всех стадиях своей жизни живут по тем же законам, что и одиночные звезды, не мешая друг другу. В этом смысле, их двойственность никак не проявляется.

Тесные пары: первый обмен массами

- Звезды двойной рождаются вместе из одной газопылевой туманности, у них один возраст, но часто - разные массы. Мы уже знаем, что 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! Кроме того, мы получим две звезды одинакового возраста, причем более массивная звезда еще находится на главной последовательности, то есть в ее центре по-прежнему продолжается синтез гелия из водорода, а более легкая звезда уже израсходовала свой водород, в ней образовалось гелиевое ядро. Вспомним, что в мире одиночных звезд такого произойти не может. За несоответствие возраста звезды с ее массой это явление названо парадоксом Алголя, в честь той же самой затменно-двойной. Звезда Бета Лиры - еще одна пара, в которой прямо сейчас происходит обмен массами.



- Вещество с раздувшейся звезды, перетекая на менее массивную компоненту, попадает на нее не сразу (этому мешает взаимное вращение звезд), а сначала образует вращающийся диск вещества вокруг меньшей звезды. Силы трения в этом диске будут уменьшать скорость частиц вещества, и оно будет оседать на поверхность звезды. Такой процесс называется аккрецией, а образовавшийся диск - аккреционным. В результате, первоначально более массивная звезда имеет необычный химический состав: весь водород внешних ее слоев перетекает к другой звезде, а остается лишь гелиевое ядро с примесями более тяжелых элементов. Такая звезда, называемая гелиевой, быстро эволюционирует, образуя белый карлик или релятивистскую звезду, в зависимости от своей массы. При этом, в двойной системе в целом произошла важная перемена: первоначально более массивная звезда уступила это свое первенство.



Второй обмен массами

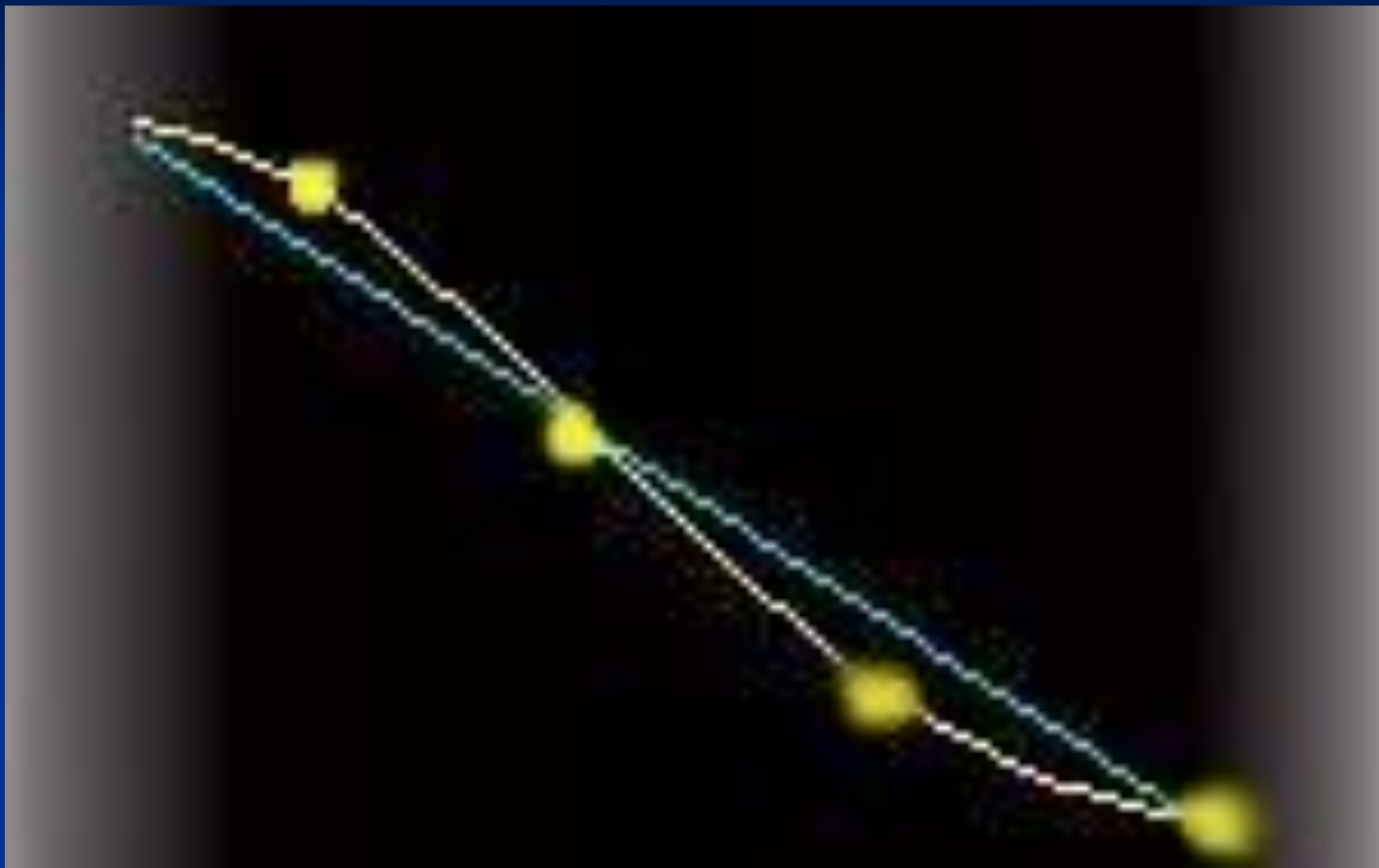
- В двойных же системах встречаются также рентгеновские пульсары, излучающие в более высокоэнергетическом диапазоне длин волн. Это излучение связано с аккрецией вещества вблизи магнитных полюсов релятивистской звезды. Источником аккреции служат частицы звездного ветра, испускаемые второй звездой (та же природа и у солнечного ветра). Если звезда имеет большие размеры, звездный ветер достигает значительной плотности, энергия излучения рентгеновского пульсара может достигать 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.
- На этом еще далеко не все. 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.

- Если на месте первой звезды оказывается белый карлик, то в результате второго обмена на его поверхности могут происходить вспышки, которые мы наблюдаем как новые звезды. В один момент, когда вещества, выпавшего на поверхность сильно нагретого белого карлика, становится слишком много, температура газа возле поверхности резко повышается. Это провоцирует взрывоподобный всплеск ядерных реакций. Светимость звезды значительно увеличивается. Такие вспышки могут повторяться, и их называют уже повторными новыми. Повторные вспышки слабее первых, в результате которых звезда может увеличивать свой блеск в десятки раз, что мы и наблюдаем с Земли как появление "новой" звезды.

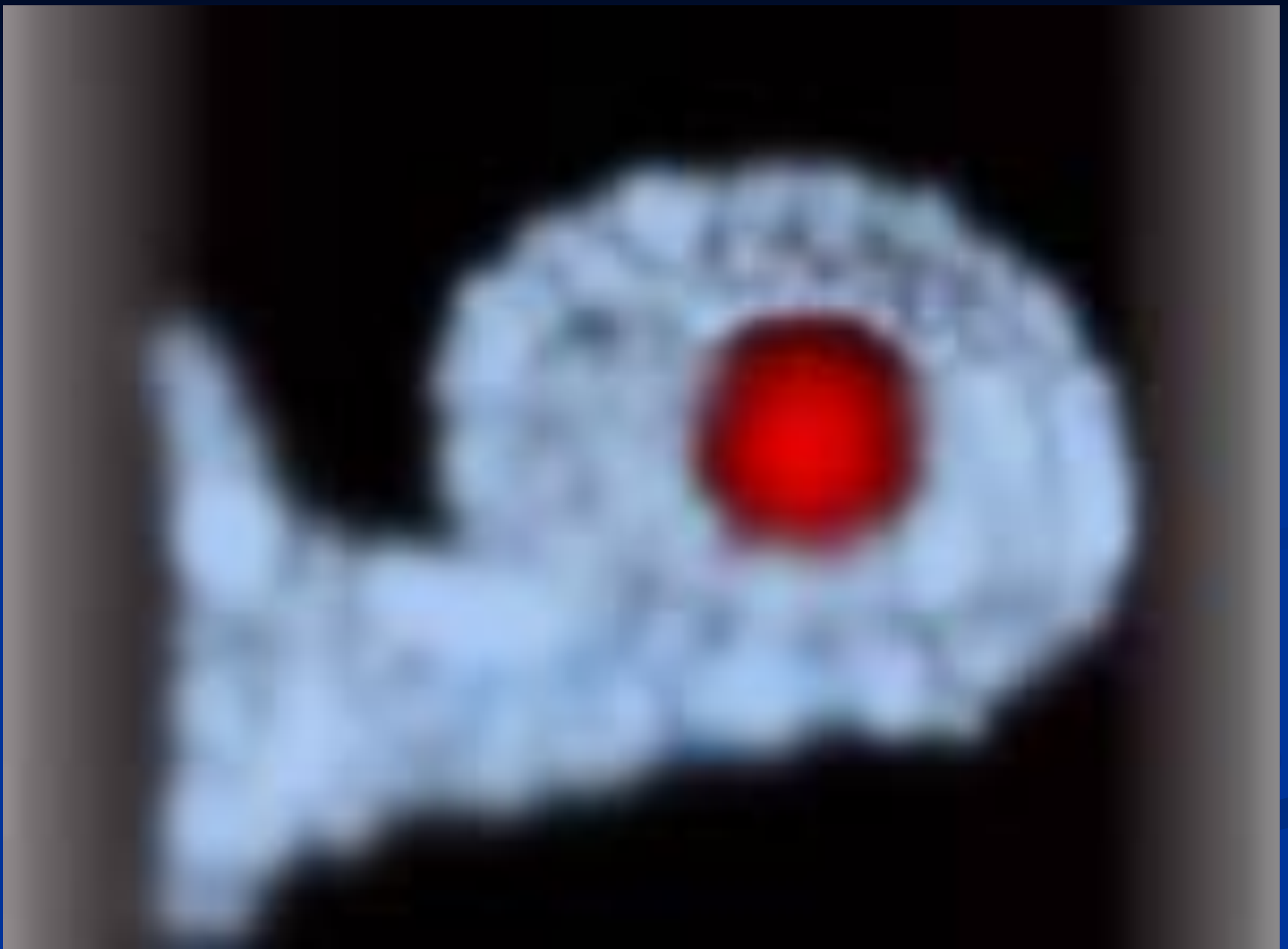


- Другой исход в системе с белым карликом - вспышка сверхновой. Следствием перетекания вещества со второй звезды может стать достижение белым карликом предельной массы в 1,4 солнечной. Если это уже железный белый карлик, то он не в силах будет удерживать гравитационное сжатие и взорвется. Вспышки сверхновых в двойных системах очень похожи по яркости и развитию друг на друга, так как всегда взрываются звезды одной и той же массой - 1,4 солнечной. Напомним, что в одиночных звездах этой критической массы достигает центральное железное ядро, а наружные слои могут иметь разную массу. В двойных системах, как ясно из нашего повествования, эти слои почти отсутствуют. Именно поэтому подобные вспышки имеют одинаковую светимость. Замечая их в далеких галактиках, мы можем высчитывать расстояния гораздо большие, чем можно определить, используя звездный параллакс или цефеиды.
- Потеря значительной части массы всей системы в результате взрыва сверхновой может привести к распаду двойной. Сила гравитационного притяжения между компонентами сильно уменьшается, и они по инерции своего движения могут разлететься.

Астрономически-двойные звёзды

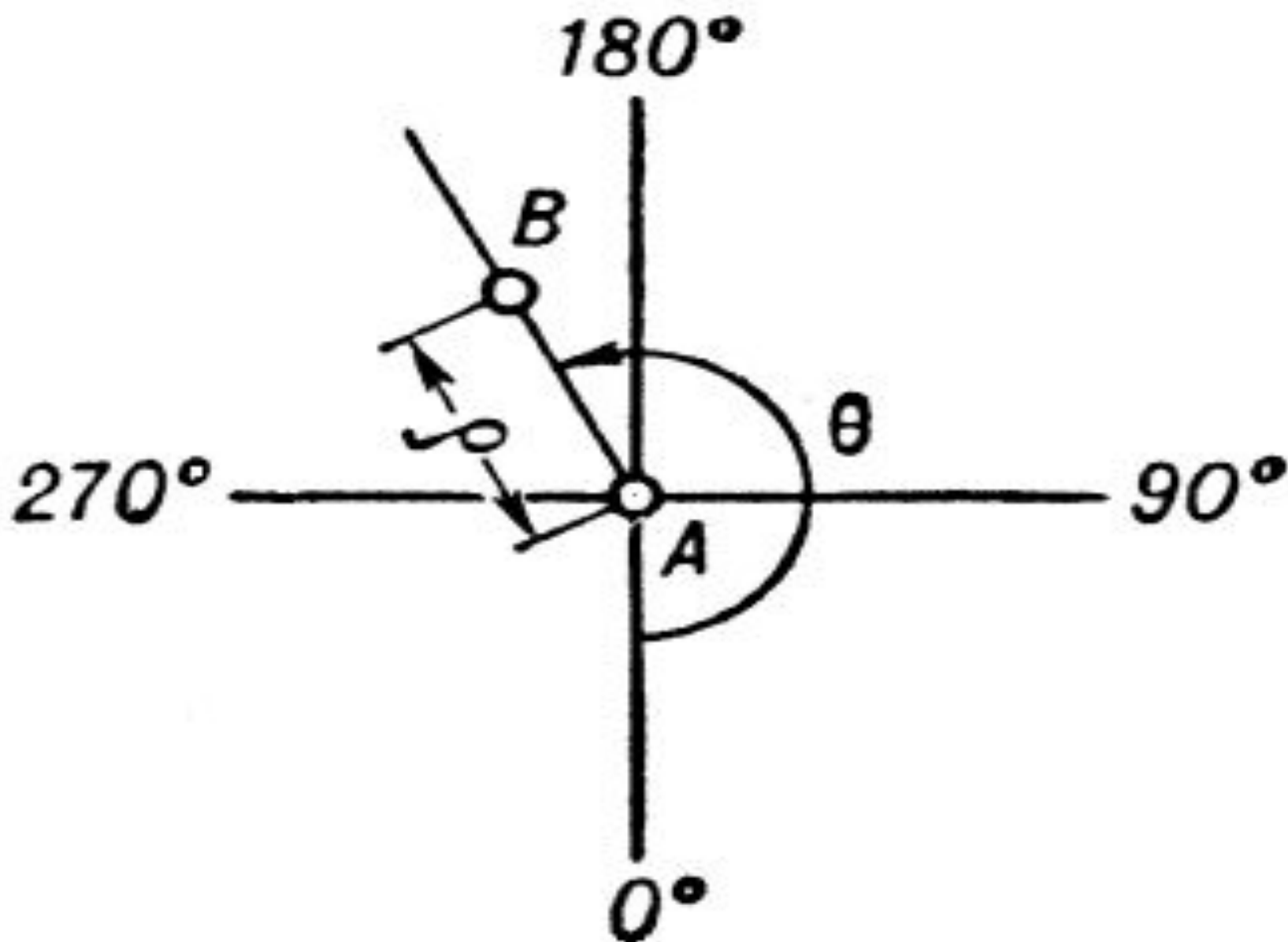


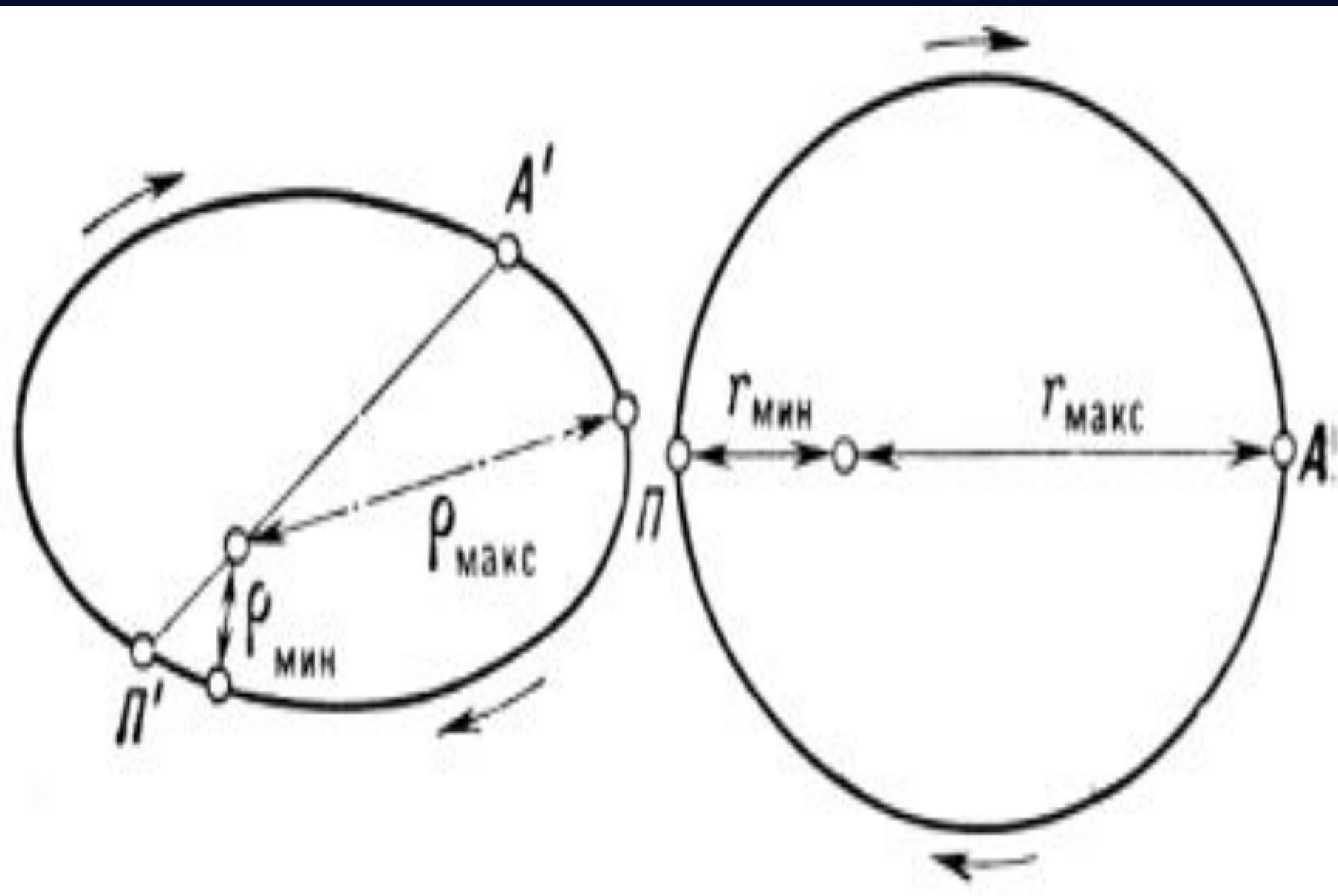












К Земле

