

Образование планетарных туманностей. Теория двух ветров. Протопланетарные туманности.

Содержание:

1. История открытия.
2. Определение планетарной туманности.
3. Процесс образования планетарных туманностей.
4. Влияние магнитных полей на форму планетарной туманности
5. Список литературы и ссылок.

История.

Самой первой открытой ПТ была туманность M27(Ш.Мессье) в 1764 году. В 1784 году У.Гершель выделил их в отдельный класс. Термин «планетарная туманность» появился из-за внешнего сходства ПТ с дисками планет в телескопах того времени.

Привлекли внимание и были выделены в отдельный класс Планетарные туманности были по причине своих необычных спектров и регулярных форм. Впоследствии, нашли и туманности иррегулярных форм. Так же примечательной особенностью планетарных туманностей является то, что именно они поставляют тяжёлые элементы в галактиках для «строительства» планет и любой возможной жизни, в частности. Происходит это потому что в звезде подобного типа действует механизм конвективных черпков, когда конвекцией из глубоких слоёв звезды к оболочке выносятся тяжёлые элементы, горящие в ядре. Всё это вкуче и обусловило интерес к ним, начиная с конца XVIII века.

Сейчас обнаружено около 1500 планетарных туманностей в нашей Галактике. В других галактиках также обнаружены подобные объекты (в Туманности Андромеды, Магеллановых Облаках).

Определение.

Планетарная туманность — расширяющаяся со скоростью $\sim 20\text{-}40\text{ км/с}$ полностью ионизованная газовая оболочка (с небольшим содержанием пыли, обеспечивающим свечение в ИК части диапазона) больших размеров (около десятых долей парсека), в центре которой находится возбуждающее её своим свечением горячее ядро — высокотемпературная, небольшой массы (около солнечной), звезда.

Расширение происходит практически без воздействия гравитации, так как потенциальная энергия ионизованной газовой оболочки меньше её кинетической энергии или тепловой энергии расширяющегося газа примерно в 10.000 раз.

Процесс образования планетарных туманностей.

1. Выгорание водорода в звезде.

На этапе горения водорода звезда живёт около 90% от времени своей жизни, при этом находясь на Главной последовательности. Вследствие этого, начинается горение гелия и процесс сжатия центральных областей звезды. В центральных областях увеличивается температура и степень зависимости скорости реакций от температуры.

2. Превращение в красный гигант.

Звезда отходит с Главной последовательности на ветвь красных гигантов - RGB. Выгорание гелия приводит к инертному углеродно-кислородному ядру. На этом этапе скорость протекания реакций может быть пропорциональна сороковой степени температуры, поэтому возможны быстрые пульсации звезды. Как только ядро сжимается — резко возрастает температура и, как следствие, скорость реакций. Ядро раздувается появившимся излучением и так же быстро остывает после его излучения. Есть вероятность перехода звезды на ветвь асимптотических красных гигантов — AGB — после выгорания гелия.

3. Расширение красного гиганта.

Расширение происходит до момента равенства скорости расширения внешних слоёв звезды и второй космической скорости для поверхности звезды. Например, для Солнца радиус динамического отрыва оболочки составит ~5 а.е. Затем звезда доходит на диаграмме Герцшпрунга-Рессела до области высоких светимостей (1000 светимостей Солнца), откуда начинается горизонтально движение влево практически без изменения светимости с быстрым ростом температуры. Происходит это потому что рост температуры компенсируется сжатие светящего центрального объекта. Следовательно, зародыши планетарных туманностей надо искать среди крайне устойчивых по своему блеску звёздах.

4. Сброс оболочки звездой.

Он же первый медленный звёздный ветер. После сброса внешней оболочки остаётся горячее ядро типа Белого карлика, но гораздо горячее (~60000K, что на примерно на порядок больше температуры Белого карлика), испускающее второй — быстрый - звёздный ветер. Сброшенная оболочка, подсвеченная вторым ветром, и есть планетарная туманность. Время жизни таких туманностей находится в пределах нескольких десятков тысяч лет. В среднем около 30-40 тыс.лет. Оставшееся горячее ядро хотя и напоминает эволюционно Белый карлик им не является. Так, светимости планетарных туманностей соответствуют спектральным классам B5-A5. Так, светимость ядра превосходит светимость Белого карлика от сотен до десятков миллионов раз.

Туманности расширяются со скоростями около 10 км/с, однако скорости отрыва на поверхности обычной звезды на два порядка больше. Следовательно, шло постепенное вздутие звезды до тех пор, пока скорость отрыва не сравнялась со скоростью вздутия. В этот момент происходит динамический отрыв оболочки от звезды.

Параболическая скорость отрыва $V_p(r)$ уменьшается с удалением от звезды довольно медленно, обратно пропорционально корню от расстояния r :

$$V_p(r) = V_p(0) * (R/r)^{0.5}$$

где R — радиус звезды, $V_p(0)$ — параболическая скорость на поверхности звезды, т.е. при $r=R$. Так, для Солнца радиус вздутия составит около 5 а.е.

Как происходит вздутие. После полного выгорания водорода в центральных областях звезды прекращается значительное выделение ядерной энергии. Единственным существенным источником энергии становится потенциальная энергия. Сжатие ядра вначале идёт медленно, постепенно ускоряясь, приходя к коллапсу центральных областей звезды. Однако, должно выполняться условие устойчивости звезды — сохранение полной (мгновенной) гравитационной энергии, поскольку сжатие ядра происходит без потери массы, следовательно, без утечки или выброса части кинетической энергии звезды. Это условие выполнимо в случае удаления внешних слоёв звезды, то есть увеличения её размеров — это и есть вздутие. Это приводит звезду к гиганту. Если звезда не была очень высокотемпературной, то она станет красным гигантом. Отсюда вывод, что зародыши планетарных туманностей следует искать среди красных гигантов.

Темп процесса и характер связи светимости и эффективной температуры сильно зависят от начальной массы звезды. Связь светимости и эффективной температуры есть диаграмма Герцшпрунга-Рессела.

После выгорания водорода звезда переходит на гравитационную энергию, её центральные области сжимаются. А сама звезда сходит с Главной последовательности направо вверх на ветвь красных гигантов — RGB. На этой ветви происходит в звезде горение гелия. Когда гелий истощается, наступает сжатие уже углеродного ядра. Опять же расширяется оболочка от нагрева из-за сжатия ядра. Образуется ветвь асимптотических гигантов — AGB. Она примыкает к ветви красных гигантов. Спустя некоторое время звёзды доходят до области, где их светимости уже составляют тысячи и десятки тысяч солнечных. Затем они идут по эволюционному пути справа налево. Вначале этот участок эволюции идёт почти без изменения светимости, но с быстрым ростом эффективной температуры. В этот период при почти неизменной светимости температура возрастает фактически на порядок! Однако, на следующем этапе эволюции будет наоборот: при относительно небольшом падении температуры произойдёт тысячекратное падение светимости.

Горизонтальный участок эволюции ядро проходит всего за 10-30 тысяч лет при массах около 0.8 масс Солнца. Соответственно, рост температуры компенсируется уменьшением размеров звезды, её светимость остаётся для нас практически неизменной. Существенные изменения светимости происходят на наклонных участках эволюции. На них уходит примерно 250 тысяч лет. Но даже в этом случае годовое ослабление составит 0.00004 светимостей Солнца. Практически не обнаружимо. Следовательно, искать ядра планетарных туманностей надо среди исключительно стабильных по блеску звёзд.

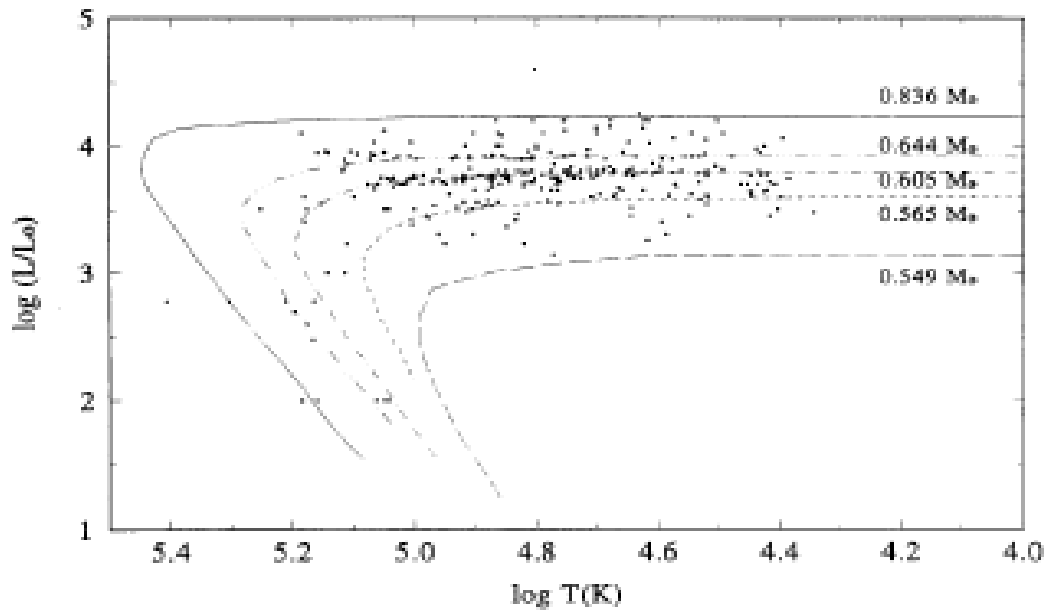


FIG. 1—The PN evolutionary tracks of Schönberner (1983) for 0.549 , 0.565 , and $0.644M_{\odot}$, and of Blöcker and Schönberner (1990) for 0.605 and $0.836M_{\odot}$. Also plotted are 303 PNe using the luminosities derived by Zhang and Kwok (1993, see Sec. 7).

Теория двух ветров.

Первый ветер это медленный сброс полностью ионизованной газовой оболочки расширившимся красным гигантом. Сама по себе сброшенная оболочка почти не светится, однако именно от её структуры зависит облик туманности. **Второй ветер** испускается горячим ядром, оставшимся после сброса оболочки, с очень большой скоростью порядка $\sim 1000\text{км/с}$. Именно он заставляет светиться оболочку.

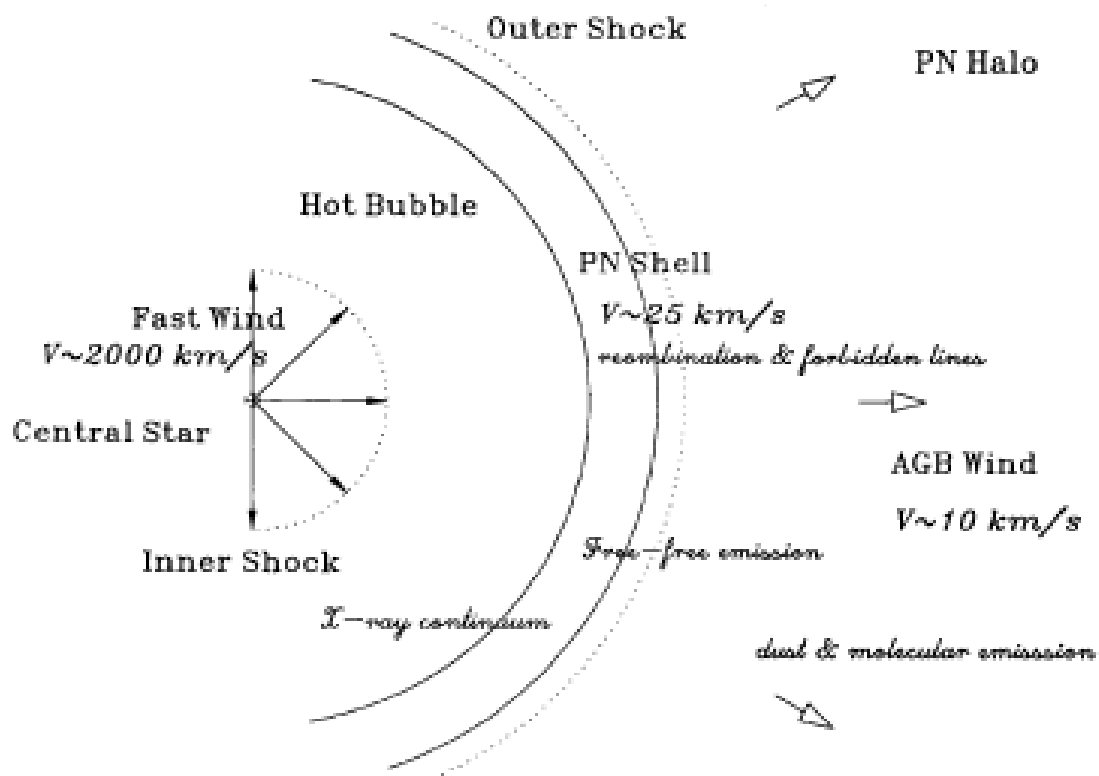


FIG. 7—A schematic diagram of the structure of a PN.

Влияние магнитных полей на форму планетарных туманностей.

Для несимметричных туманностей установлены магнитные поля в тысячи раз больше солнечных. Соответственно, магнитные поля могут направлять движение звёздного ветра, так что в одних направлениях ветер будет сильнее, а в других слабее. Это значит, что звёзды с сильным магнитным полем должны иметь несимметричные туманности, тогда как звёзды типа Солнца получают сферические туманности.

Концентрация планетарных туманностей растёт в направлении центра Галактики. Причём, учитывая известное количество туманностей и их время жизни, а так же количество звёзд в нашей Галактике и её возраст, можно сказать, что

примерно каждая четвёртая-пятая звезда в Галактике является прародительницей планетарной туманности.

Роль в химическом отношении планетарных туманностей также очень важна. Потому как именно от них берутся тяжёлые элементы для образования планет а также и любой жизни во Вселенной.

Несферическая туманность.



Сферическая туманность.



Список литературы:

1.Магнитные поля и планетарные туманности

21.02.2005 17:50 | С. Б. Попов/ГАИШ, Москва

<http://www.astronet.ru/db/msg/1203009>

2.Хромов Г. С., Планетарные туманности; физика, эволюция, космогония, М.

<http://www.astronet.ru/db/msg/1188533>

3.Гурзадян Г. А. Планетарные туманности. — М.: Наука, 1993.

4.Planetary nebulae: A modern view, Kwok, Sun. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, vol. 106, no. 698, p. 344-355

<http://adsabs.harvard.edu/abs/1994PASP..106..344K>