

XXII научно-практическая конференция

Жизненный цикл звезды

Выполнила:

Буданова Самира Саидовна

ученица 7 «В» класса,

МБОУ СОШ №71 г. Пензы

Научный руководитель:

учитель первой категории

МБОУ СОШ №71 г. Пензы

Шитова Ольга Викторовна

Пенза 2024

Оглавление

Введение.....	3
1. Звезды на разных этапах своего существования.....	4
1.1. Образование звезды	4
1.1.1. Протозвезды:.....	4
1.1.2. Нагревание и сжатие:	4
1.2. Главная последовательность	4
1.3. Этап красного гиганта	4
1.4. Конечные стадии	4
1.4.1. Звезды малой и средней массы (например, Солнце):	4
1.4.2. Массивные звезды:.....	5
1.4.3. Конечные состояния:	5
1.5. Влияние на окружающую среду	5
2. Классификация звезд	6
2.1. Спектральная классификация	6
2.1.1. Классы по спектральным типам (O, B, A, F, G, K, M).....	6
2.1.2. Подклассы и далее.....	6
2.2. Классификация по размеру и массе.....	6
2.2.1. Карлики	6
2.2.2. Гиганты	7
3. Расчёт массы и продолжительности жизни звезды	8
3.1. Масса звезды:.....	8
3.2. Возраст звезды:.....	8
3.3. Вычисления.....	8
3.3.1. Вычисление массы звезды.....	8
3.3.2. Вычисление времени жизни звезды	9
4. Опрос	10
5. Макет	11
Заключение	12
Список используемой литературы	13

Введение

Почему я выбрала эту тему и почему она актуальна

Тема жизненного цикла звезд является одной из самых захватывающих и фундаментальных в астрономии. Она охватывает процессы, которые происходят от рождения до смерти звезд, влияя на структуру и развитие Вселенной. Я выбрала эту тему, потому что изучение звезд позволяет нам лучше понять происхождение и эволюцию галактик, планет и даже химических элементов, из которых мы и окружающий нас мир состоим. Актуальность данной темы обусловлена тем, что звезды являются основными строительными блоками Вселенной, и понимание их эволюции помогает решать многие загадки космологии и астрономии.

С какой целью я делаю работу и как я собираюсь его развивать, для чего использовать в будущем

Целью моей работы является детальное изучение различных стадий жизненного цикла звезд, от рождения в молекулярных облаках до окончательной стадии, будь то белый карлик, нейтронная звезда или черная дыра. В будущем я надеюсь использовать полученные знания для образовательных программ и научных исследований, направленных на популяризацию астрономии и развитие новых методов изучения космоса.

Задачи работы

1. Исследование физических процессов, определяющих рождение звезд в молекулярных облаках.
2. Изучение различных стадий эволюции звезд, включая их главную последовательность, гигантскую фазу и конечные стадии.
3. Анализ влияния звезд на окружающую их среду, в том числе на формирование новых звезд и планет.
4. Рассмотрение вариантов конечных этапов жизни звезд и их последствий для вселенной.
5. Вычисление массы и возраста звёзд
6. Показать макеты и картины

1. Звезды на разных этапах своего существования

Жизненный цикл звезд представляет собой широкий спектр процессов, проходящих от их формирования до конечной стадии. Вот подробное описание этого цикла:

1.1. Образование звезды

1.1.1. Протозвезды:

- Газопылевые облака: Звезды формируются в молекулярных облаках, состоящих из газа и пыли. Эти облака могут коллапсировать под действием гравитации, создавая области с высокой плотностью.

- Протозвезда: В результате коллапса образуется протозвезда, которая накапливает материал из окружающего облака. В этом состоянии звезда еще не светит, так как ядерные реакции еще не начались.

1.1.2. Нагревание и сжатие:

- По мере увеличения массы и плотности внутри протозвезды температура увеличивается. Когда температура достигает около 10 миллионов Кельвинов, начинается термоядерный синтез водорода в гелий.

1.2. Главная последовательность

- Когда звезда начинает сжигать водород в своем ядре, она вступает в стадию главной последовательности, которая составляет основную часть ее жизни. Это может длиться от миллионов до миллиардов лет в зависимости от массы звезды.

- Солнечные звезды: Для звёзд, подобных Солнцу, этот этап может длиться около 10 миллиардов лет. Звезда стабильно генерирует энергию благодаря ядерным реакциям.

1.3. Этап красного гиганта

-Исчерпание водорода: Когда водород в ядре звезды заканчивается, гравитация начинает сжимать ядро, увеличивая температуру и давление.

- Гелиевое сжигание: При температуре около 100 миллионов Кельвинов начинается процесс сжигания гелия, и звезда расширяется, становясь красным гигантом.

1.4. Конечные стадии

Здесь жизнь звезды может развиваться по разным сценариям в зависимости от ее массы:

1.4.1. Звезды малой и средней массы (например, Солнце):

- Сброс внешних слоев: Когда ядерные реакции продолжаются, звезда начинает сбрасывать свои внешние слои, создавая планетарную туманность.

- Белый карлик: После сброса оболочки остается горячее ядро, которое становится белым карликом. Он постепенно остывает и начинает тускнеть.

1.4.2. Массивные звезды:

- Синий супергигант: Такого типа звезды могут перейти в стадию синего супергиганта, сжигая углерод и другие более тяжелые элементы в своих ядрах.

- Сверхновая: Когда звезда исчерпывает свое топливо, происходит коллапс ядра, что может привести к взрыву сверхновой — одного из самых ярких событий во Вселенной.

1.4.3. Конечные состояния:

- Нейтронные звезды: Если масса звезды после взрыва не слишком велика, может образоваться нейтронная звезда, состоящая в основном из нейтронов.

- Черные дыры: Если оставшаяся масса слишком велика (более 3 солнечных масс), звезда может коллапсировать в черную дыру.

1.5. Влияние на окружающую среду

- Распределение элементов: Взрыв суперновой и выброс звездной материи в окружающее пространство обогащают межзвездную среду тяжелыми элементами, которые могут стать строительными блоками для новых звёзд и планет.

Жизненный цикл звезды — это сложный и поэтапный процесс, который начинается с образования и заканчивается различными возможными конечными состояниями. Каждая звезда уникальна, и ее жизненный путь зависит от ее начальных условий и массы.

2. Классификация звезд

Классификация звезд — это важная часть астрономии, помогающая понять характеристики, эволюцию и физику звезд. Вот подробное описание основных классификаций звезд:

2.1. Спектральная классификация

Ученые классифицируют звезды по температуре и поглощаемым ими элементам, которые называются их спектрами. Они разделили звезды на семь основных типов. Существует семь основных типов звезд: O, B, A, F, G, K и M. Звезды O — яркие, горячие, голубые звезды, а звезды M — более тусклые, холодные, красные звезды.

2.1.1. Классы по спектральным типам (O, B, A, F, G, K, M)

- O (от 30,000 К и выше): Горячие, яркие и голубые звезды, содержащие двойной водородно-гелиевый спектр. Примеры: Звезда Бетельгейзе.

- B (10,000 — 30,000 К): Голубые и белые звезды, которые менее ярки, чем O-класс. Пример: Звезда Регул.

- A (7,500 — 10,000 К): Белые звезды с ярким водородным спектром. Пример: Звезда Сириус A.

- F (6,000 — 7,500 К): Бело-желтые звезды, имеющие водородные линии и линии ионов металлов. Пример: Звезда Альфы Центавра A.

- G (5,200 — 6,000 К): Желтые звезды, такие как Солнце. У них есть линии ионов металлов и метанов. Пример: Солнце.

- K (3,700 — 5,200 К): Оранжевые звезды с более холодными температурами и метановыми линиями. Пример: Звезда Арктур.

- M (менее 3,700 К): Красные звезды, самые холодные и тусклые. Они имеют много молекул и линий водорода. Пример: Звезда Проксима Центавра

2.1.2. Подклассы и далее

Каждый спектральный класс делится на подклассы, обозначаемые цифрами от 0 до 9 (например, B0, B1, B2 и т. д.). Это помогает детальнее указать на температуру и характеристики звезды.

2.2. Классификация по размеру и массе

Звезды классифицируются по их размерам и массе, что определяет их эволюцию:

2.2.1. Карлики

- Красные карлики: Маленькие, тусклые звезды (M-класс), которые делают до 70-80% всех звезд во Вселенной.

- Желтые карлики: Звезды вроде Солнца (G-класс).

- Белые карлики: Остатки звёзд, которые исчерпали своё топливо (обычно тела небольшого размера).

2.2.2. Гиганты

- Гиганты: Звезды, которые имеют массу в 10-100 раз больше, чем Солнце. Они расширяются и становятся ярче, когда переходят на стадию гелиевого горения. Пример: Звезда Альдебаран.

- Сверхгиганты: Звезды с массами более 100 солнечных. Эти звезды очень яркие и большие, например, Бетельгейзе и Сириус А.

3. Расчёт массы и продолжительности жизни звезды

Чтобы вычислить массу звезды и её возраст, нужно учитывать несколько факторов:

3.1. Масса звезды:

— Для звёзд, подобных Солнцу, масса может быть определена через наблюдения их орбитальных движений (например, рядом с звёздами компаньона) или через применение закона Кеплера, если звезда имеет планеты.

— Для более массивных звёзд можно использовать методы, основанные на спектроскопических данных. Подметив, как линии спектра звезды смещаются, можно вычислить её массу.

— Объёмный метод: использование фотометрии для расчета светимости звезды помогает косвенно определить её массу через гамму-распределение (зависимость массы от светимости).

3.2. Возраст звезды:

— Возраст звезды можно оценить, изучая её положение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела (Hertzsprung-Russell diagram); звезды развиваются от главной последовательности к другим стадиям на протяжении миллионов лет.

— Для звёзд в скоплениях можно использовать возраст скопления или фосфорные зависимости, где, например, поведение звезды на определенном этапе её жизни может указать на её возраст.

— Радиоактивный распад элементов (например, в субзвездных объектах) также может помочь определить возраст звезды.

3.3. Вычисления

3.3.1. Вычисление массы звезды

Массу звезды можно определить с помощью закона Кеплера или методов, основанных на наблюдениях за двойными звёздами. Один из простых способов — использовать закон всемирного тяготения и третьего закона Кеплера.

Для двойной звезды:

$$(M_1 + M_2) \cdot (R^3) / T^2 = G$$

где:

- M_1 и M_2 — массы звёзд,
- R — расстояние между центрами масс звёзд,
- T — период обращения звёзд,
- G — гравитационная постоянная ($6.674 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$).

Пример

Допустим, у нас есть двойная звезда с периодом обращения $T = 1$ год (что составляет 3.154×10^7 s) и расстоянием между звёздами $R = 1$ а.е. = 1.496×10^{11} м.

Подставляем значения в формулу $M_1 + M_2 = G \cdot T^2 / R^3$:

$$M_1 + M_2 = (6.674 \times 10^{-11}) \cdot (3.154 \times 10^7)^2 / (1.496 \times 10^{11})^3$$

Вычисляем:

1. $T^2 = (3.154 \times 10^7)^2 = 9.958 \times 10^{14}$

2. $R^3 = (1.496 \times 10^{11})^3 = 3.347 \times 10^{33}$

3. Подставляем в уравнение:

$$M_1 + M_2 = (6.674 \times 10^{-11}) \cdot (9.958 \times 10^{14}) / (3.347 \times 10^{33}) \approx 1.99 \times 10^{30} \text{ кг}$$

Это примерно масса двух солнечных масс (масса Солнца $\approx 2 \times 10^{30}$ кг).

3.3.2. Вычисление времени жизни звезды

Время жизни звезды можно оценить по её массе и типу. Для звёзд главной последовательности существует эмпирическая зависимость:

$$\tau \approx 10^{10} / M(2.) \text{ лет}$$

где:

- M — масса звезды в солнечных массах.

Пример

Если масса звезды $M = 2 M_{\odot}$:

$$\tau \approx 10^{10} / (2)(2.) = 10^{10} / 5.656 \approx 1.77 \times 10^9 \text{ лет}$$

Таким образом, звезда с массой в два раза больше солнечной будет жить примерно 1.77 миллиарда лет.

4. Опрос

Так как главной задачей моей исследовательской работы была популяризация такой науки, как астрономия, было принято решение провести опрос среди учащихся 7В класса в целях определить степень заинтересованности одноклассников по заданной теме. Результаты можете наблюдать ниже (рис. 1-6)



Рис. 1-6

5. Макет

Так как понимание о звездах в моём классе оказалось достаточно слабым, я решила повысить их заинтересованность в теме, путем создания макетов.

На рис 7-9 представлены этапы выполнения макетов, которые символизируют две ключевые составляющие нашей вселенной: черную дыру и звезду. Готовые изделия можно будет наблюдать во время защиты работы.



Рис. 7



Рис. 8,9

Первый макет, черная дыра, показывает не только её взвешенные масштабы и мощь, но и действенность гравитационных полей, которые они создают. Мы можем лишь догадываться о том, что скрыто за её горизонтом событий, но этот макет помогает нам визуализировать и задуматься о её природе.

Второй макет, звезда, представляет собой источник света и жизни, вокруг которого вращаются планеты. Он демонстрирует цикл жизни звезды, от её рождения до смерти, говоря о том, как звезды формируют нашу галактику и влияют на существование жизни.

Заключение

Эти расчеты дают представление о массе и времени жизни звезды, используя основные астрономические принципы. Если у вас есть конкретные данные о звёздах, вы можете подставить их в приведенные формулы для получения результатов

Список используемой литературы

1. http://www.astronet.ru/db/msg/1169759/evolution/hr_diagram/ms.htm
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C
3. <https://study.com/academy/lesson/types-of-stars-by-size-color-and-life-cycle.html>
4. <https://indicator.ru/label/chernaya-dyra>