

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа с. Посёлки
имени Героя Советского Союза И.Ф.Кузьмичёва
Кузнецкого района Пензенской области*

Тема работы:
«Сила энергии рвётся в пространство»

Номинация Физика

Работу выполнила: учащаяся 10 класса
Спирина Елизавета

Научный руководитель:
Купыра Наталья Анатольевна,
учитель математики
высшей категории

Пенза 2023-2024 учебный год

Оглавление

Введение	3
1. История изучения энергии звезд	4
2. Термоядерные реакции	6
3. Доказательство термоядерного источника	8
4. Солнце	9
5. Влияние Солнца на жизнь на Земле	10
6. Интересные дополнения	11
7. Заключение	12
8. Приложение	13
9. Список литературы	16

Введение

Послушайте!

Ведь, если звёзды зажигают –
значит – это кому-нибудь нужно?

В. Маяковский. Послушайте!

Применительно к нашей теме правильнее было бы спросить:

...Если звезды зажигают, значит, где – то достают для них энергию? Тему для своей исследовательской работы я выбрала по нескольким причинам:

1. Я считаю, что выбранная мною тема актуальна в наши дни. Многие вопросы до сих пор не решены.

2. По выбранным мною вопросам можно найти немало полезной информации. Так как работа над их разгадкой идёт уже долгие годы. Это значительно упрощает подборку материала, и позволяет рассмотреть данную тему с современной точки зрения.

3. Перед началом работы передо мной стояла следующая цель: изучить как можно больше информации по выбранной теме, постараться всесторонне рассмотреть основные её вопросы, отобразить результаты исследований и сделать вывод о проделанной работе.

4. Мне очень нравится наблюдать за звездами. Мне кажется, что это самые красивые и загадочные объекты, которые нам посчастливилось наблюдать.

5. Солнце. Самая близкая к нам звезда. Звезда, от которой непосредственно зависит жизнь на планете Земля. Вопросами о солнечной энергии занимались и занимаются многие ученые древности и современного настоящего. Насколько хватит энергии Солнца, какие неожиданности оно нам готовит и как это отразится на жизни на Земле – это только маленький перечень вопросов, волновавших человечество во все времена.

История изучения энергии звезд

Кто «финансирует» звёзды? Откуда они черпают энергию для того. Чтобы поддерживать высокую температуру недр и излучать огромные световые потоки? На этот счет было высказано немало гипотез .

1. Кометная (Ю. Майер). Как считал автор звёзды, например, наше Солнце, разогреваются в результате постоянного падения на них комет. В середине прошлого века такое предположение имело право на существование, но когда стали известны частота столкновений комет с солнцем и выделяющаяся кинетическая энергия, оказалось, что этого источника недостаточно для объяснений солнечной светимости.

2. Гравитационная (Г. Гельмгольц, У. Томсон.). Согласно этой модели, звёзды разогреваются и излучают вследствие постоянного гравитационного сжатия. Эта вполне разумная, даже очевидная гипотеза встречается, однако, с серьезной трудностью, которую проще всего понять на примере Солнца. Исходя из нее, «гравитационный» возраст Солнца 30 млн. лет, что намного меньше истинного времени существования светила 4,5 млрд лет, определённого методом радиоактивного анализа метеоритов и лунных пород. Значит, одного гравитационного источника недостаточно.

3. Аннигиляционная (А. Эддингтон). Дополнительный источник мог бы появиться в результате процесса аннигиляции вещества, при котором, как тогда предполагали, масса превращается в энергию. Такой источник, проявляющийся при высокой температуре (миллионы градусов), позволил бы звезде излучать. Однако реакции аннигиляции, которые позднее действительно были открыты, происходят между частицами и античастицами, а солнечная водородная плазма, состоящая только из частиц (протоны и электроны), аннигилировать «не имеет права» . Этому препятствуют законы сохранения зарядов.

4. Распадная. (Д. Джинс) . Джинс указал на возможность объяснения звездной энергии явлением распада, хорошо известным к тому времени. Но и он оказался неправ: радиоактивный распад, хотя и выделяет энергию, - явление редкое среди легких ядер, определяющих состав звезд. Энергии, выделяемой в распадах, хватает на то, чтобы нагреть внутренние части планет до тысячи

градусов (расплавленное железное ядро земли) , но она явно незвездного масштаба с их миллионоградусными центральными «топками».

5. Аккреционная (Л. Д. Ландау). В статье 1937 года Ландау предположил, что в центре каждой звезды имеется плотная нейтронная сердцевина, как бы персональная нейтронная звезда, падение вещества на которую является эффективной тепловой машиной, преобразующей в энергию до 30% падающего вещества. Но и эта теория уступила место более простому объяснению - термоядерному источнику.

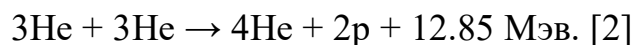
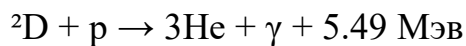
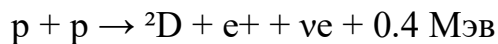
Итак, ни одна из предложенных гипотез не справилась с загадкой происхождения звездной энергии. Но верная идея термоядерного источника, сначала робко высказанная в 1929 году Р. Аткинсоном и Ф. Хоутермансом, подхваченная Г. Гаммовым, Э. Теллером, К. Вейцеккером и многими другими, завершилась через 10 лет блестящими работами Ханса Бете по звездным термоядерным циклам. [1]

Термоядерные реакции

Термоядерной называется реакция слияния легких ядер (таких, как водород, гелий и др), происходящая при температурах порядка сотен миллионов градусов.

Благодаря термоядерным реакциям, протекающим в недрах Солнца, выделяется энергия, дающая жизнь обитателям Земли.

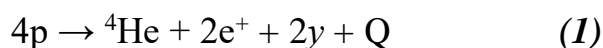
Суммарным итогом реакции является слияние четырех протонов с образованием ядра атома гелия и выделением энергии, эквивалентной 0,7 % массы этих протонов. Эта реакция проходит в три стадии. Вначале два протона, имеющие достаточно энергии, чтобы преодолеть кулоновский барьер, сливаются, образуя дейтрон, позитрон и электронное нейтрино; затем дейтрон сливается с протоном, образуя ядро ^3He ; наконец, два ядра атома гелия-3 сливаются, образуя ядро атома гелия-4. При этом высвобождается два протона.



В классических работах 1938 – 1939 годов Х. Бете (вместе с Ч. Кричфилдом, У. Фаулером, К. Вейцеккером) детально разработал два термоядерных звездных цикла – протон – протонный (pp) и углеродно – азотный (CN), - и проблема звездного источника была решена.

Протон – протонный (pp) цикл

Основная ветвь pp – цикла состоит из трех последовательных реакций (схема на рис. 1.). Первая реакция – бета – распад протона с образованием дейтона – главное и самое трудное звено всего цикла, идущее с малой вероятностью и потому очень медленное: в условиях центра Солнца каждый протон вступает в эту реакцию за среднее время 10^{10} лет. Но как только дейтон образован, вторая и третья реакции идут без особых затруднений (средние времена соответственно 10 секунд и 10⁶ лет). Подводя итог всему циклу, для чего надо избавиться от промежуточных частиц (${}^2\text{H}$, ${}^3\text{He}$), получаем,



(гамма – кванты входят в энергию реакции

Кроме главной ветви pp – цикла есть две побочные, вероятность которых в сотни раз меньше. В этих реакциях образуются изотопы ${}^7\text{Li}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^8\text{B}$. Нейтрино, возникающие в распадах, имеют большую энергию, чем нейтрино pp – реакции (особенно от распада ${}^8\text{B}$, спектр которых тянется до 14 МэВ). Поскольку нейтрино практически не взаимодействуют с веществом и уносят свою энергию нетронутой, это приводит к меньшему реальному выделению энергии в побочных ветвях.

Углеродно – Азотный (CN) цикл

Процесс (1) можно реализовать также на ядрах C, N, O посредством реакций синтеза и радиоактивного распада (рис. 2). Ядро ${}^{12}\text{C}$, с которого начинается и которым заканчивается цикл, служит катализатором. Итог CN – цикла – тот же процесс (1), но с другой энергией. Реакции CN – цикла происходят при более высоких температурах, чем pp – цикла. Поэтому разные звезды «выбирают» наиболее удобный для них цикл.

Так, по расчету на Солнце 95% энергии вырабатывается pp – циклом и 5% - CN – циклом. В более массивном и горячем Сириусе CN – цикл дает все 100% звездной энергии. [1]

Доказательство термоядерного источника

В настоящее время получены веские свидетельства в пользу термоядерного источника. Он нашел применение (и, следовательно, подтверждение) в многочисленных расчетах звездных моделей. Сейчас созданы модели всех типов звезд – от молодых, как Солнце, живущих за счет сжигания водорода, до старых, перешедших на гелиевое, углеродное и иное ядерное горючее (красные гиганты) и даже исчерпавших все топливные запасы (белые карлики, нейтронные звезды). Модели показывают, как эволюционируют звезды, как они переходят из одного типа в другой.

Успехи звездных моделей, несомненно, служат подтверждением термоядерного источника, но оно сугубо теоретическое.

Обратимся к эксперименту. Есть два вида таких экспериментальных доказательств.

1) Химический и изотопный состав звезд, определяемый по спектральному анализу их оптического излучения. Анализ показал, что дейтерия на Солнце очень мало, в тысячи раз меньше, чем на Земле. Это качественный аргумент в пользу термоядерных реакций: дейтерий образуется в центральной зоне Солнца крайне медленно, а исчезает за 10 секунд. За столь малое время он, конечно, не может выйти на поверхность, а первичный дейтерий газопылевого облака, который сохранился на Земле, на Солнце давно сгорел.

2) Солнечный нейтрино [4]. Нейтрино образуются только в термоядерных реакциях и поэтому могут служить прямой проверкой термоядерного источника. Сейчас, после 30 лет измерений, можно с определенностью сказать, что солнечный нейтринный поток обнаружен и термоядерная природа звездной энергии доказана. [3]

Солнце

Солнце — ближайшая к нам звезда. Поскольку это типичная звезда, ее изучение помогает понять природу звезд вообще. Солнце представляет собой гигантский газовый шар, пылающий как гигантская топка. Эффективная температура поверхности Солнца равна 5800°K . По звёздной классификации, Солнце - это типичный жёлтый карлик, каких во Вселенной очень много. Солнце является молодой звездой. Текущий возраст Солнца равен приблизительно 4,57 миллиарда лет. Звезда такой массы, как Солнце, должна существовать на главной последовательности в общей сложности примерно 10 миллиардов лет. Таким образом, сейчас Солнце находится примерно в середине своего жизненного цикла. (рис. 3)

Говоря о внутреннем строении Солнца, различают центральную область, в которой генерируется вся солнечная энергия, далее расположена «лучистая зона», через слой которой энергия передается наружу, и далее конвективная зона, в которой температура быстро уменьшается с приближением к видимой границе Солнца. (рисунок 4)

Во внешних слоях Солнца выделяют фотосферу («сферу света», греч.), хромосферу («сферу цвета») и корону. (рисунок 5)

Фотосфера — слой газа толщиной около 6 тыс. км. В нем происходит формирование солнечного излучения. Хромосфера — слой толщиной около 10 тыс. км, располагающийся над фотосферой. Он виден в момент полных солнечных затмений в виде окружающего Солнце кольца ярко-красного цвета. Корона — это самая внешняя и очень разреженная часть солнечной атмосферы серебристо-белого цвета, хорошо видима в моменты полного солнечного затмения. [4]

Влияние Солнца на жизнь на Земле

Природа Солнца и его значение для нашей жизни - неисчерпаемая тема. О его воздействии на Землю люди догадывались еще в глубокой древности, в результате чего рождались легенды и мифы, в которых Солнце играло главную роль. Постоянный интерес к Солнцу проявляют астрономы, врачи, метеорологи, связисты, навигаторы и другие специалисты, профессиональная деятельность которых сильно зависит от степени активности нашего дневного светила, на котором "также бывают пятна".

В настоящее время известно, что в моменты повышенной солнечной активности возрастает в несколько раз количество инфарктов, количество аварий на дорогах, случаев травматизма на производстве. Замечена связь роста солнечной активности со вспышками эпидемий некоторых болезней.

Солнечный ветер, возмущая земную ионосферу, вызывает полярные сияния и магнитные бури, влияет на радиосвязь на коротких волнах. Для геофизиков и астрономов в наши дни нет сомнений, что влияние солнечно-земных связей может быть различно в зависимости от состояния солнечной активности и от положения Земли относительно Солнца. Такие явления, как смерчи и ураганы, связаны с Солнцем. Они возникают в атмосфере из-за неодинакового разогрева отдельных ее участков. Высказывалось мнение, что на биоритмы человека и животных влияет не месячный лунный ритм, а обращение Солнца вокруг оси в среднем за 27 дней. [3,4]

Интересные дополнения

При изучении данной темы, я встретила много интересных замечаний и дополнений о влиянии Солнца на жизнь на Земле. Они напрямую не относятся к изучаемой теме, но пройти мимо них я не могла. Возможно, это будет началом моей следующей работы.

На поверхности Солнца видны отдельные пятна и группы пятен. Они холоднее остальной поверхности, но окружены более горячими "факелами", и суммарное излучение "пятнистого" Солнца чуть выше, чем в периоды без пятен.

Иногда на Солнце происходят взрывы (вспышки), порождающие мощные потоки плазмы. Вспышки на Солнце видны в течение 1 минуты. Лучи начинают приходить через 10 - 15 минут прямо от Солнца, но максимум наступает через несколько часов. Вспышки на Солнце дают у Земли дозу облучения в 100 раз больше допустимой, и потому опасны для космонавтов, а жителей Земли защищают атмосфера и магнитное поле Земли.

Предполагаемый начальный состав Солнца - 73% водорода и 25% гелия. Раньше Солнце вращалось вокруг своей оси быстрее, чем сейчас. В дальнейшем водород в солнечном ядре начал выгорать и превращаться в гелий, масса Солнца стала уменьшаться. Количество гелия в ядре стало расти, и ядро увеличило свою температуру и усилило термоядерные реакции. В результате этого Солнце продолжает непрерывно увеличивать светимость. Сейчас светимость Солнца на 30% выше, чем вначале, а масса несколько уменьшилась. Это привело к некоторым изменениям в Солнечной системе. Из-за уменьшения солнечной массы планеты чуть-чуть отодвинулись от Солнца, но, по-видимому, всё равно стали получать чуть-чуть больше света.

Заключение

Моя работа состоит из следующих глав:

1. История изучения энергии звезд. В этой главе я представила несколько теорий, которыми раньше пытались объяснить возможность испускания звездами большой энергии.
2. Термоядерные реакции – глава, в которой описывается их процесс. При написании данной главы, я узнала, что звездная энергия – это результат термоядерных реакций
3. Доказательство термоядерного источника. В этой главе с разных позиций доказывается возможность термоядерных реакций на звездах и возможность выделения большой энергии при этом.
4. Солнце – ближайшая и главная для нас Звезда. Именно поэтому я решила в своей работе уделить ему особое внимание
5. Влияние Солнца на жизнь на Земле – еще одна причина рассмотрения темы Солнца в моей работе.

В ходе написания работы я нашла много интересного материала по данной теме – энергия звезд, думаю в дальнейшем продолжить ее изучение.

Приложения

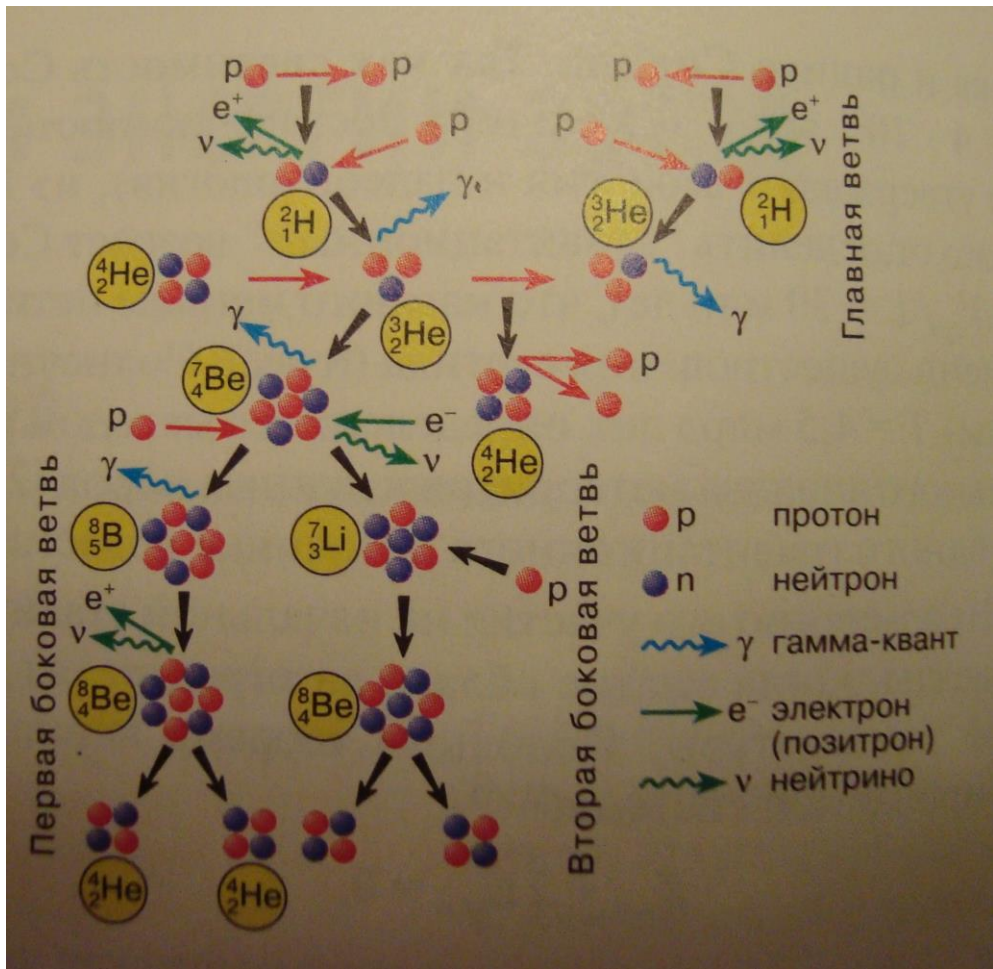


Рисунок 1

Схема протон-протонного звездного цикла.

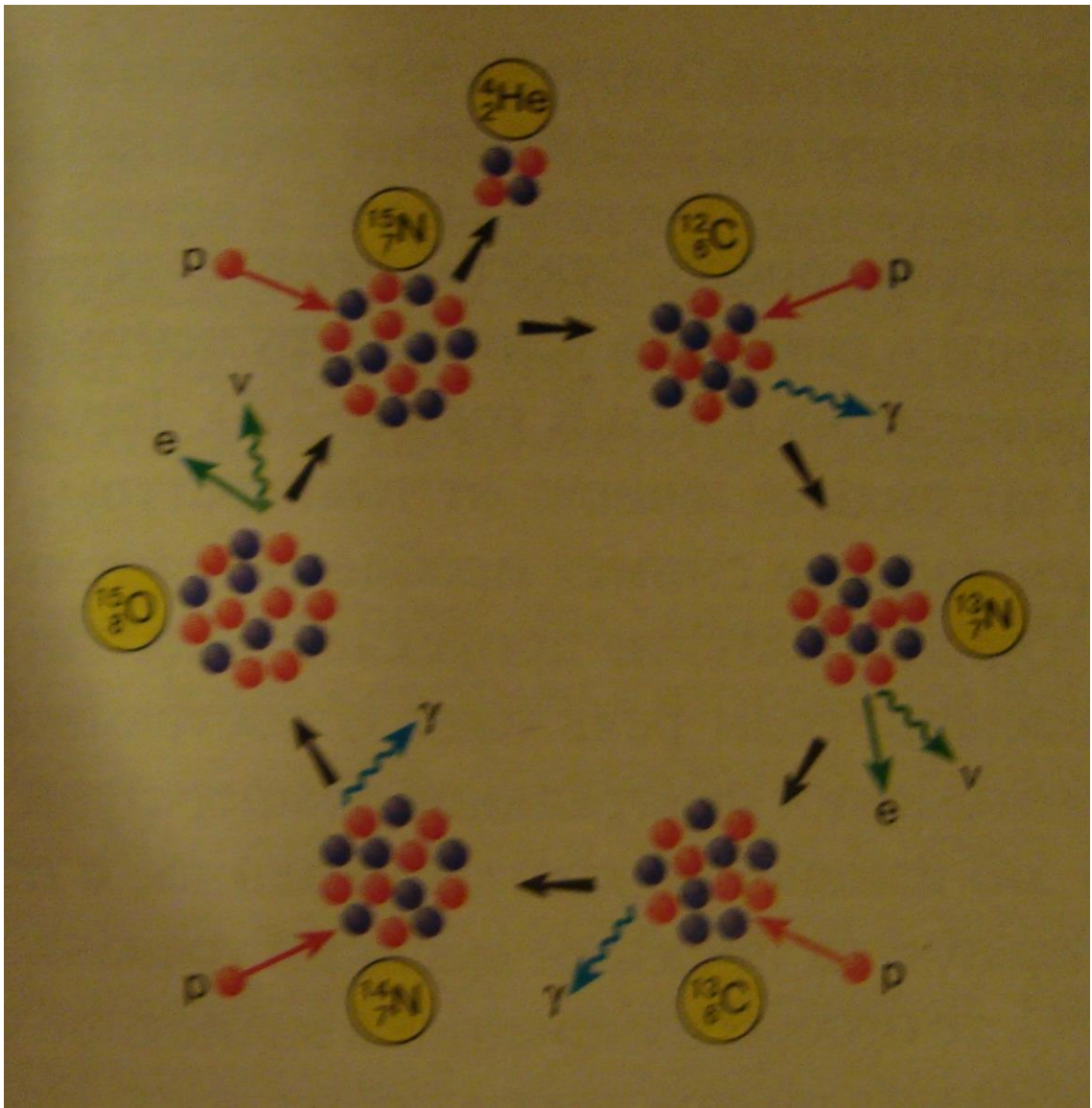


Рисунок 2.

Схема углеродно-азотного звездного цикла.

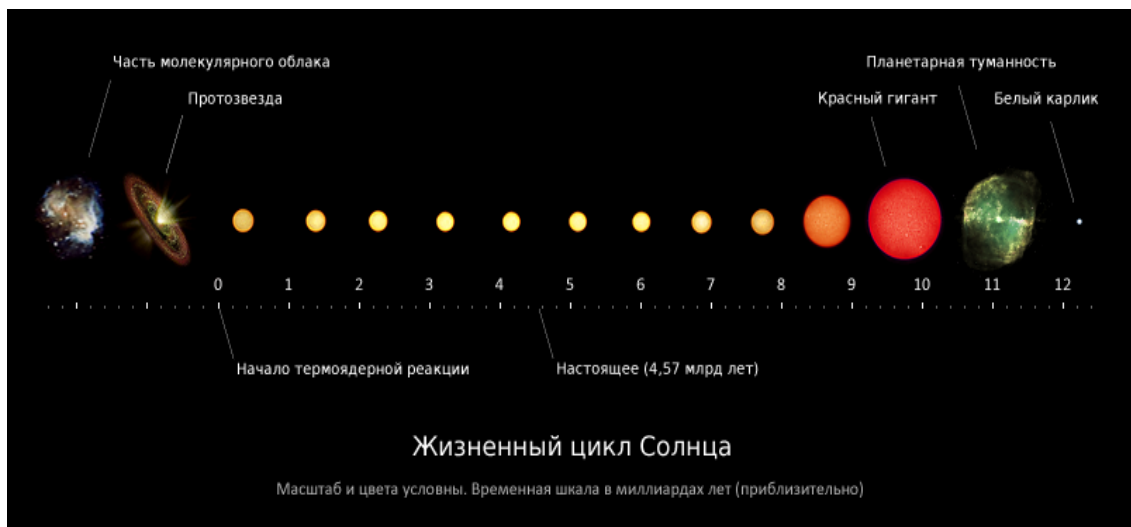


Рисунок 3. Жизненный цикл Солнца

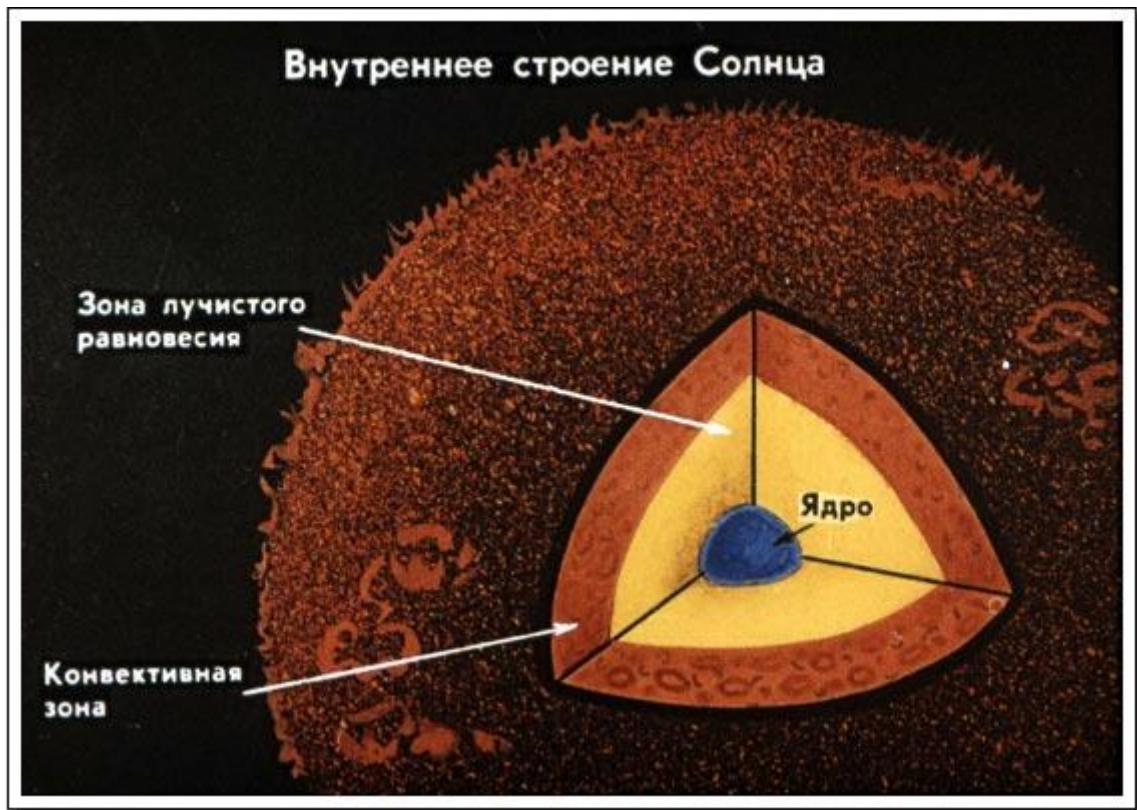


Рисунок 4. Внутреннее строение Солнца.

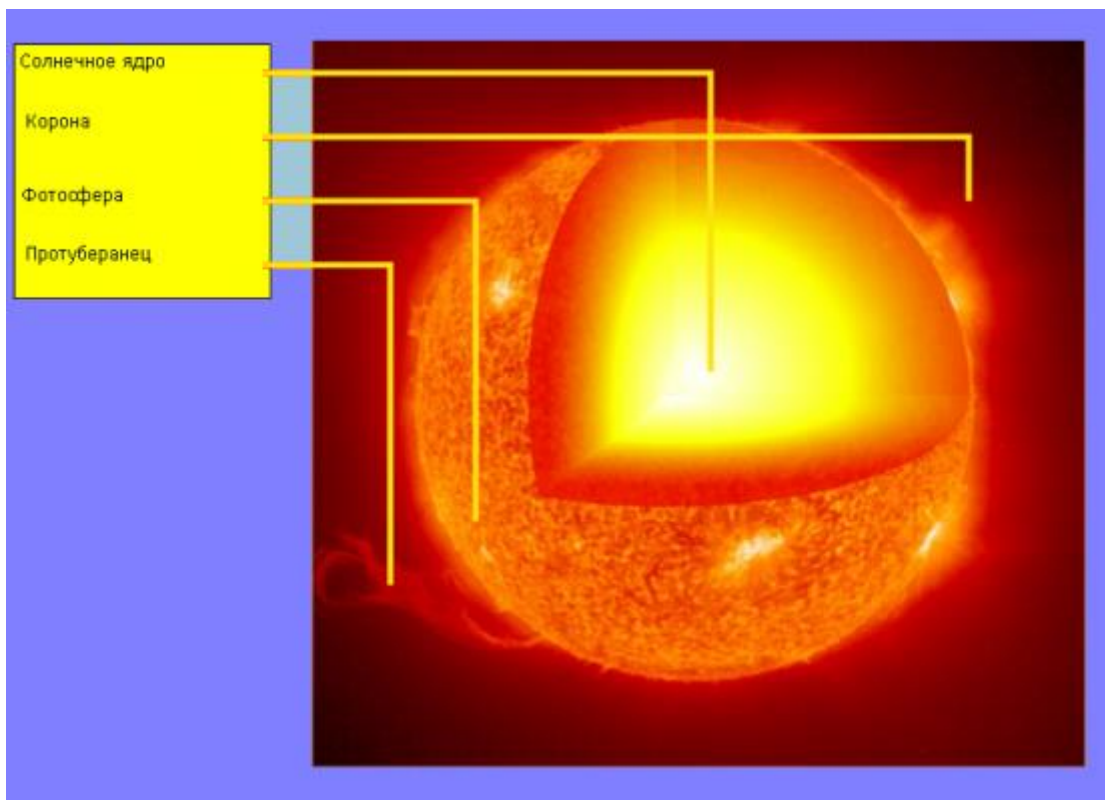


Рисунок 5. Солнце. Внешние слои.

Список использованной литературы

1. Соросовский образовательный журнал 2001. Москва
2. Перышкин А.В. Физика 9 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. / М.: Дрофа, 2008
3. интернет. Поисковые системы
4. Астрономия/Авт-сост. М.Я. Цофин.- Мн.: Харвест, 1998.-704с. – (Библиотека школьника).

Рецензия

на исследовательскую работу «Алгоритм построения оптимального маршрута коммивояжера» ученицы 10 класса Малкиной Анастасии
МБОУ СОШ с.Посёлки имени Героя Советского Союза И.Ф.Кузьмичёва Кузнецкого района Пензенской области.

Работа посвящена обобщению знаний и демонстрации ярких применений задачи коммивояжера в окружающем мире. Актуальность проблемы Анастасия видит в том, что математика не существует отдельно от жизни, она помогает рационально использовать математические соотношения, которые рассматриваются применительно к конкретным ситуациям, распространённым в практической деятельности, в частности в создании оптимального алгоритма построения маршрута для планирования доставки в транспортно- логистических системах.

Исследовательская работа имеет логически правильную структуру. Она состоит из введения, теоретической и практической части, заключения, а так же использованной при написании литературы. Работа грамотно оформлена.

Работа содержит большое количество доказательного материала, которое позволяет сделать правильные выводы и подтвердить основную гипотезу исследования определить самый выгодный маршрут, которые проходят через различные складские пункты предприятия.

Проект является исследовательским, поэтому способствует развитию познавательного интереса, аналитических способностей, различных способов восприятия и обработки информации. В работе поставлена цель, определены задачи, решая которые Анастасия показывает свою заинтересованность в данной проблеме.

Малкина Анастасия проделала серьёзную работу по решению задач, применяемых в практической деятельности, которые позволяют более рационально и экономно подходить к вопросу определение кратчайшего и самого недорогого пути на предприятиях. Работа выполнена на достаточно высоком уровне, содержит ряд выводов, представляющих практический интерес. Исследование полностью соответствует требованию качества, может быть дидактическим материалом для внеклассной работы с учащимися 10-11 классов: факультативы, кружки и внеурочных занятий.

Таким образом, можно заключить, что поставленные цель и задачи успешно раскрыты. Исследовательская работа заслуживает высокой оценки.

6.12.2023 г.

Руководитель исследовательской работы : _____ Купыра Н.А.
учитель математики МБОУ СОШ с.Посёлки

