МБОУ Первомайская СОШ

Итоговый индивидуальный проект

на тему:

«Парадокс колец Сатурна»

Выполнил:

Ученица 10 А класса

МБОУ Первомайской СОШ

Цирулик Полина

Оглавление.

Введение…………………………………………………………………………………………………………….3

Актуальность…………………………………………………………………………………………………….…4

Цель…………………………………………………………………………………………………………………….5

Задачи…………………………………………………………………………………………………………………6

Сатурн……………………………………………………………………………………………………………….…7

Состав и размещение колец………………………………………………………………………………8

Гипотезы……………………………………………………………………………………………………………11

Модель……………………………………………………………………………………………………………..13

Интересные факты……………………………………………………………………………………………15

Приложение……………………………………………………………………………………………………..17

Заключение……………………………………………………………………………………………………….18

Введение.

Кольца Сатурна – очень интересная и не до конца изученная система. Они находятся близко к нашей планете, но до сих пор о них мало что известно. Как они появились и почему существуют учёные пытаются выяснить по сей день. Существуют различные гипотезы по этому поводу. Чтобы оправдать или развеять имеющиеся теории нужно больше изучать различные объекты солнечной системы и сопоставлять разную информацию. Это поможет в развитии различных отраслей промышленности, информационных технологий, поможет построить ещё более точную модель колец, раскрыть то, что ещё не раскрыто и усилить интерес людей к этой планете. В этом проекте я представлю несколько теорий и расскажу об интересных фактах, относящихся к Сатурну и его кольцам.

Актуальность.

Этот проект может заинтересовать подрастающее поколение или помочь молодёжи развиться в этой сфере. Так как проблемы изучения ближнего и дальнего космоса становятся всё более актуальными на данный момент. А возникновение колец у одной из планет нашей системы остается ещё слабоизученной проблемой, нахождение же причин этого может помочь в дальнейшем продвижении в изучении космоса.

Цель.

Изучить систему колец Сатурна, рассмотреть существующие гипотезы, выбрать имеющую наиболее обоснованную доказательную базу. Составить урок для учеников 10 классов на данную тему.

Задачи.

\*Собрать информацию. (до 31.12.22)

\*Сформировать информацию. (с 01.01.23 до 26.03.23)

\*Выявить преимущества и недостатки каждой из гипотез.

\*Представить свой проект.

\*Провести классный час на эту тему в разных классах. (28.03.23)

Сатурн.

**Сатурн** — шестая планета по удалённости от Солнца, и вторая по размерам планета в Солнечной системе после Юпитера. Сатурн классифицируется как газовая планета-гигант. В основном Сатурн состоит из водорода, с примесями гелия и следами воды, метана, аммиака и тяжёлых элементов. Внутренняя область представляет собой относительно небольшое ядро из железа, никеля и льда, покрытое тонким слоем металлического водорода и газообразным внешним слоем. Сатурна имеется планетарное магнитное поле, занимающее промежуточное положение по напряжённости между магнитным полем Земли и мощным полем Юпитера. Магнитное поле Сатурна простирается на 1 000 000 километров в направлении Солнца. Сатурн обладает заметной системой колец, состоящей главным образом из частичек льда, меньшего количества тяжёлых элементов и пыли. Вокруг планеты обращается 83 известных на данный момент спутника. Титан — самый крупный из них, а также второй по размерам спутник в Солнечной системе, который превосходит по своим размерам Меркурий и обладает единственной среди спутников планет Солнечной системы плотной атмосферой. Происхождение Сатурна объясняют две основные гипотезы. Согласно гипотезе «контракции», схожесть состава Сатурна с Солнцем в том, что у обоих небесных тел имеется большая доля водорода, и, как следствие, малую плотность можно объяснить тем, что в процессе формирования планет на ранних стадиях развития Солнечной системы в газопылевом диске образовались массивные «сгущения», давшие начало планетам, то есть Солнце и планеты формировались схожим образом. Тем не менее, эта гипотеза не может объяснить различия состава Сатурна и Солнца.

Гипотеза «аккреции» гласит, что процесс образования Сатурна происходил в два этапа. Сначала в течение 200 миллионов лет шёл процесс формирования твёрдых плотных тел, наподобие планет земной группы. Во время этого этапа из области Юпитера и Сатурна диссипировала часть газа, что затем повлияло на различие в химическом составе Сатурна и Солнца. Затем начался второй этап, когда самые крупные тела достигли удвоенной массы Земли. На протяжении нескольких сотен тысяч лет длился процесс аккреции газа на эти тела из первичного протопланетного облака. На втором этапе температура наружных слоёв Сатурна достигала 2000 °C.

Состав и размещение колец.

Всего у Сатурна шесть колец. Каждое из них в зависимости от состава имеет свой цвет, плотность и размер. Называются они латинскими буквами от А до F в том порядке, в котором они были открыты учеными, поэтому алфавитный порядок не соблюден. Между кольцами и внутри них есть небольшие зазоры, известные, как щели, самая крупная из них – щель Энке (325 км в ширину). Как уже было сказано, вид колец Сатурна зависит от их состава. Кольца, наиболее приближенные к планете (их также называют внутренними), имеют серовато-черный цвет из-за высокого содержания в них частиц микроскопической пыли. Кольца в середине бело-желтые. Они состоят в основном изо льда и снега с различными загрязняющими примесями. Внешние же кольца — желто-серые. В их составе в основном крупные куски камня и других материалов и лед.

**D-кольцо**

Самое близкое к поверхности планеты кольцо. У него нет четко очерченной внутренней границы. Его частицы плавно перетекают во внешние слои атмосферы планеты. Состоит оно из мелкой пыли, кристаллов метанового льда и снега. Из-за разреженности частиц в нем определить цвет кольца точно довольно сложно. Его граница проходит на отметке 74 500 км от центра Сатурна.

**C-кольцо**

Его еще называют внутренним. Это первое кольцо, которое можно отчетливо наблюдать. Ширина — 17 500 км (74 500 — 92 000 км до центра Сатурна). В нем находятся гораздо более крупные частицы размером до нескольких метров. На него приходится менее 1% материала, содержащегося во всех кольцах планеты. Внутри C-кольца располагается щель Коломбо. Через неё проходит орбита самого крупного спутника планеты – Титана.

### B-кольцо

Самое яркое из всех колец и одно из самых интересных. На внешней его кромке имеется утолщение, ширина которого достигает 2,5 км. В нем также наблюдаются и известные радиальные образования, “спицы”, природа которых так до конца и неизвестна. Ширина кольца 25 500 км при толщине всего 5-10 метров.

### Щель Кассини

Относительно свободное пространство, внутри которого расположено несколько небольших колец. Их материал схож и с тем, из которого состоит С-кольцо, из-за чего они похожи по цвету и толщине. Но, кроме них, в этом делении есть и несколько “настоящих” щелей.

### A-кольцо

Внешнее кольцо Сатурна состоит из скопления самых крупных обломков размером до 10 м. Внутри него вращаются сразу несколько спутников — Атлас, Данфис и Пан. На внутренней грани кольца можно заметить небольшие возмущения, происходящие из-за взаимодействия вещества с одним из спутников Сатурна — Янусом. Ширина кольца – 14 600 км, а его толщина в среднем около 20 м. Согласно предположениям учёных, это самое молодое кольцо Сатурна.

### F-кольцо

Самое тонкое из колец Сатурна. Его ширина около 300 метров, но местами достигает и 500 м, удаленность – 140 000 км. Технически, F-кольцо – это образование из трех более тонких колец. Из-за того, что формируется кольцо в основном за счет двух спутников планеты, оно немного вытянуто в эллипс. Оно расположено на некотором удалении от А-кольца и представляет собой полоску почти белого цвета. Его основной состав – лед.

### Кольцо Януса-Эпиметея

Представляет собой крупицы материи, отколовшиеся от спутников Янус и Эпиметея после столкновения с астероидами. Ширина кольца — 5000 км, но его точная толщина неизвестна. Оно находится на удалении в 151 000 км от Сатурна.

### G-кольцо

Находящееся на удалении в 166 000 км от планеты, G-кольцо отличается тем, что по ее внешнему краю проходит орбита спутника Эгеона. В результате этого взаимодействия по внешней кромке кольца образовалась своеобразная арка, занимающая примерно 12% окружности.

### E-кольцо

Последнее из приближенных к планете колец. Оно расположено на удалении в 181 000 км от планеты и пролегает вдоль орбиты спутника Энцелада. Вещества, выброшенные в результате извержения его гейзеров, и служат основным материалом кольца.

### Кольцо Фебы

Кольцо Фебы особенное по отношению ко всем остальным. Оно было открыто в 2009 году и находится на огромном удалении от Сатурна — 6 000 000 км. Его орбита отклонена от других колец на 27 градусов. Также известно, что кольцо Фебы вращается в сторону противоположную вращению остальных колец. Это связано с тем, что по этой плоскости двигается 28-ой по удаленности от планеты спутник — Феба. А пыль, сдуваемая с него, и образует кольцо.

Гипотезы.

1.Согласно одной из существующих точек зрения, возникли кольца около 4 миллиардов лет назад в результате разрушения одного из спутников Сатурна при его столкновениях с многочисленными крупными метеоритами. Хотя вызвать разрушение спутника могло и столкновение с крупной кометой или гигантским астероидом.

**Минус гипотезы**: мы не можем до конца подтвердить данную теорию, так как для выявления правдоподобности нужно больше времени для наблюдения.

2.Приверженцы другой гипотезы предполагают, что кольца сформировались из останков околопланетного облака. Из-за непостоянства притяжения Сатурна в спутники превратилась лишь его внешняя область. В то же время в веществе внутренних районов из-за быстрого и беспорядочного его движения происходили столкновения частиц и обломков, что в конце концов привело к полному его разрушению. Судя по данным зонда «Кассини»1, отдельные кольца могли появиться независимо друг от друга, в различное время и в силу разных причин. Более того, некоторые самые «древние» кольца, как выяснилось, постоянно обновляются.

**Минус гипотезы:** непонятно почему такие большие кольца присутствуют только у Сатурна.

**3. Разрушение** могло произойти и из-за гравитационного влияния самого Сатурна, когда орбита спутника оказывалась ниже предела Роша2. Так, согласно одной из моделей, предложенной американкой Робин Кэнап, причиной образования колец стали несколько последовательных поглощений Сатурном его спутников. В XIX столетии астроном из Франции Эдуард Альбер Рош выдвинул гипотезу, что один из спутников Сатурна до такой степени сблизился с планетой, что был разорван приливными силами, и из его обломков образовались кольца, окружающие теперь Сатурн. Ни один спутник, который преодолел так называемый «предел Роша», не может уцелеть; рано или поздно он распадется, образуя очередное кольцо, которое в последствии осядет на планету.

**Минус гипотезы:** некоторые исследования показывали возраст колец порядка нескольких сотен миллионов лет.

**4.** Орбитальные резонансы между спутниками и частицами колец играют существенную роль в формировании системы колец и щелей. Некоторые ученые предполагают, что своим происхождением кольца и пояса астероидов обязаны замагниченной плазме. Исследовались электромагнитные явления в кольцах, была описана магнитная гидродинамика кольца из замагниченной плазмы, вращающегося в гравитационно-магнитном поле, проанализирована его устойчивость. Тот факт, что частицы не слипаются, физически может означать, что они обладают сверхпроводящими свойствами, тогда магнитное поле выталкивается из частиц в соответствии с эффектом Мейснера3, а магнитное поле между частицами расталкивает их. После включения магнитного поля Сатурна сверхпроводящие частицы протопланетного облака приводятся в дополнительное движение электромагнитными силами и дрейфуют в плоскость магнитного экватора, формируя кольцевой диск.

Модель.

До появления у Сатурна магнитного поля центробежная сила и сила гравитации, действующие на частицу в протопланетном облаке, уравновешиваются и частицы движутся по законам Кеплера. С включением магнитного поля сверхпроводящие частицы протопланетного облака начинают проявлять идеальный диамагнетизм и, взаимодействуя с магнитным полем планеты, вовлекается в дополнительное движение.

Как показывают математические расчеты, через некоторое время после включения магнитного поля планеты сверхпроводящим частицам протопланетного облака энергетически выгодно собраться в плоскости магнитного экватора.

Сильная плоскостность кольцевых систем и их резкие границы можно объяснить выталкиванием сверхпроводящего вещества частиц из областей с более высокой плотностью магнитного потока. Часть протопланетного облака, содержащая сверхпроводящие частицы, будет коллапсировать в протокольцевой диск.

В результате частицы будут вытесняться в плоскость магнитного экватора с силой пропорциональной магнитному моменту частицы и градиенту магнитного поля вдоль оси. Резкие кромки колец будут формироваться с силой, действующей на частицы со стороны щели между кольцами, а случайные разрывы в кольцах будут стабилизироваться со стороны разрыва.

Градиенты магнитного поля по осям препятствуют проникновению частиц в щели и удерживают частицы в кольцах. Данные измерений магнитного поля вблизи кольца F Сатурна, полученные американской станцией  Pioneer позволяют обнаружить, что поле магнитосферного диполя около кольца F Сатурна искажено таким же образом, как на картинке-вставке для сверхпроводящего диска в лабораторном эксперименте.

Формирование тонкой структуры диска, похожей на кольца, происходит подобно тому, как металлические частицы образуют в неоднородном поле магнита области сгущений и разрежений. Планетное магнитное поле в плоскости протокольцевого диска неоднородно, т.к. каждая сверхпроводящая частица вытесняет магнитное поле из своего объема.

Силовые линии магнитного поля стремятся замкнуться через области с наибольшим магнитным потоком. Уплотнения магнитного потока расчищают щели в протокольцевом диске, расталкивая сверхпроводящие частицы и формируя отдельные структуры, которые выглядят как кольца. Плотность магнитного потока в кольце будет ниже, чем в окружающем его пространстве щелей.

Интересные факты.

\*Кольца Сатурна состоят из миллиардов кусков льда и камня. Размеры этих обломков варьируются от крупицы соли до небольшой горы.

\* Чтобы увидеть кольца Сатурна, понадобится телескоп с 20-кратным увеличением.

\*Кольца названы в алфавитном порядке на основании их даты обнаружения. Ближе всего к планете находится кольцо D, а затем по мере удаления - кольца C, B, A, F, Janus / Epimetheus, G, Pallene и Е.

\*Кольца Сатурна, как считают большинство ученых, являются остатками от проходящих мимо комет и астероидов. Ученые пришли к такому выводу потому что около 93% от массы колец составляет лед.

\*Благодаря гейзерам, которыми изобилует поверхность спутника Сатурна Энцелада, образовалось ледяное кольцо Е. Ученые возлагают на этот спутник очень большие надежды, потому что на нем есть океаны, в которых может скрываться жизнь.

\*Каждое из колец вращается вокруг Сатурна с разной скоростью. Скорость вращения колец убывает с удалением от планеты.

\*Кольца планеты могут выступать в качестве свидетельства того, как кометы и метеоры, пролетающие через Солнечную систему, притягиваются к Сатурну.

\*Столкновение 1983 года с кометой массой от 100 миллиардов до 10 триллионов килограммов привело к тому, что были нарушены орбиты колец C и D. Считается, что кольца будут "выравниваться" в течение сотен лет.

\*Частицы внутри колец Сатурна иногда могут образовывать вертикальные образования.

\*Сатурн является самой быстро вращающейся планетой в Солнечной системе — она совершает полный оборот вокруг своей оси всего за 10 часов и 33 минуты. Из-за такой скорости вращения Сатурн более выпуклый на экваторе.

\*Хотя ширина колец Сатурна огромна, их толщина сравнительно очень мала. Как правило, она составляет около 10 метров и редко доходит до 1 километра.

\*В кольцах Сатурна были обнаружен странные образования, похожие на призраки. Эти образования, выглядящие как светлые и темные полосы, идущие поперек колец, назвали "спицами". Было высказано множество теорий относительно их происхождения, но единого мнения нет.

\*Деление Кассини — самый большой разрыв между кольцами (его ширина составляет 4700 км). Находится оно между основными кольцами В и А.

\*Астрономы недавно обнаружили новое, огромное кольцо вокруг Сатурна, получившее название "кольцо Фебы". Расположенное на расстоянии от 3,7 до 11,1 млн км от поверхности планеты, новое кольцо наклонено на 27 градусов по сравнению с остальными кольцами и вращается в противоположном направлении.

Заключение.

Я считаю что, что недостаточное изучение объектов солнечной системы порождает много правдивых и ошибочных теорий. На данный момент существует много гипотез и теорий относительно, каких либо объектов солнечной системы, и при дальнейшем изучении эти объекты станут более понятными учёным и миру, а так же последует продвижение технического прогресса, что в свою очередь позволит человечеству развиваться более быстрыми темпами в различных отраслях промышленности.

Приложение.

Кассини-Гюйгенс1 - автоматическая межпланетная станция, созданная совместно НАСА, Европейским космическим агентством и Итальянским космическим агентством для исследования планеты Сатурн, его колец и спутников.

Предел Роша2 - радиус круговой орбиты спутника, обращающегося вокруг небесного тела, на котором приливные силы, вызванные гравитацией центрального тела, равны силам самогравитации спутника.

Эффект Мейснера3 - полное вытеснение магнитного поля из объёма проводника при его переходе в сверхпроводящее состояние.