Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**Рабочая тетрадь**

по программе

**Физика космоса**

г. Москва, 2020 г.

**Оглавление**

Оглавление

[Тема: «Вводное занятие» 8](#_Toc79136953)

[Урок №1 8](#_Toc79136954)

[Тема: «Понятие космоса» 14](#_Toc79136955)

[Урок №2 14](#_Toc79136956)

[Урок №3 15](#_Toc79136961)

[Урок №4 17](#_Toc79136966)

[Урок №5 18](#_Toc79136971)

[Тема: «Объекты космического пространства» 20](#_Toc79136980)

[Урок №6 20](#_Toc79136981)

[Урок №7 23](#_Toc79136986)

[Урок №8 25](#_Toc79136991)

[Урок №9 27](#_Toc79136996)

[Тема: «История освоения космоса. Ученые-первопроходцы» 30](#_Toc79137000)

[Урок №10 30](#_Toc79137001)

[Урок №11 35](#_Toc79137040)

[Урок №12 37](#_Toc79137059)

[Тема: «История освоения космоса. Ученые-первопроходцы» 39](#_Toc79137076)

[Урок №13 39](#_Toc79137077)

[Тема: «Этапы освоения космоса» 40](#_Toc79137087)

[Урок №14 40](#_Toc79137088)

[Урок №15 42](#_Toc79137102)

[Урок №16 43](#_Toc79137114)

[Урок №17 44](#_Toc79137128)

[Тема: «Исследования лунной поверхности» 45](#_Toc79137135)

[Урок №18 45](#_Toc79137136)

[Урок №19 48](#_Toc79137157)

[Урок №20 50](#_Toc79137179)

Урок № 21………………………………………………………………………………………………………………………………52

[Тема: «Доказательство вращения Земли. Маятник Фуко» 54](#_Toc79137183)

[Урок №22 54](#_Toc79137184)

[Урок № 23 56](#_Toc79137196)

[Урок № 24 58](#_Toc79137208)

[Урок № 25 60](#_Toc79137221)

[Тема: «Расстояние в космосе» 63](#_Toc79137237)

[Урок № 26 63](#_Toc79137238)

[Урок № 27 65](#_Toc79137242)

[Урок №28 68](#_Toc79137244)

[Урок №29 70](#_Toc79137246)

[Тема: «Движение небесных тел» 72](#_Toc79137249)

[Урок № 30 72](#_Toc79137250)

[Урок № 31 73](#_Toc79137255)

[Урок № 32 74](#_Toc79137260)

[Урок № 33 76](#_Toc79137265)

[Тема: «Закон всемирного тяготения» 79](#_Toc79137269)

[Урок № 34 79](#_Toc79137270)

[Урок № 35 82](#_Toc79137275)

[Урок № 36 86](#_Toc79137280)

[Урок № 37 89](#_Toc79137285)

[Тема: «Гравитация» 91](#_Toc79137289)

[Урок № 38 91](#_Toc79137290)

[Урок № 39 93](#_Toc79137294)

[Урок № 40 95](#_Toc79137299)

[Урок № 41 97](#_Toc79137304)

[Тема: «Гравитационные волны. Гравитационная постоянная» 99](#_Toc79137308)

[Урок № 42 99](#_Toc79137309)

[Урок № 43 100](#_Toc79137313)

[Урок № 44 102](#_Toc79137317)

[Урок № 45 105](#_Toc79137321)

[Тема: «Взаимодействие космических объектов в солнечной системе» 107](#_Toc79137324)

[Урок № 46 107](#_Toc79137325)

[Урок № 47 108](#_Toc79137329)

[Урок № 48 110](#_Toc79137333)

[Урок № 49 112](#_Toc79137337)

[Тема: «Понятие инерции. Инерция в космосе» 115](#_Toc79137340)

[Урок № 50 115](#_Toc79137341)

[Урок № 51 116](#_Toc79137346)

[Урок № 52 117](#_Toc79137351)

[Урок № 53 119](#_Toc79137356)

[Тема: «Итоговое занятие» 123](#_Toc79137361)

[Урок № 54 123](#_Toc79137362)

# Тема: «Вводное занятие»

Урок №1

Теоретический материал

**Техника безопасности:**

**1. Общие требования безопасности**

1.1 Соблюдение требований настоящих правил обязательно для всех обучающихся, работающих в кабинете физики.

1.2. Спокойно, не торопясь, соблюдая дисциплину и порядок, входите и выходите из кабинета.

1.3. Соблюдайте требование правил по проведению лабораторно-практических работ.

1.4. Не разрешается присутствие посторонних лиц при проведении практических работ без ведома учителя

1.5. Не загромождайте проходы портфелями, сумками и т.п.

1.6. Не передвигайте учебные столы и стулья.

1.7. Не вставляйте в электрические розетки какие-либо посторонние предметы

1.8. Травмоопасность:

* порезы о разбившуюся стеклянную посуду;
* поражение электротоком;
* ушибы при переноске физических приборов.

**2. Требования безопасности перед началом занятий**

2.1. Входите в кабинет после разрешения учителя.

2.2. Не включайте электроосвещение и электроприборы без разрешения учителя.

2.3. Не открывайте самостоятельно форточки, фрамуги, окна.

2.4. Подготовьте рабочее место и учебные принадлежности к занятиям.

2.5. Перед выполнением практической работы изучите по учебнику или пособию порядок ее проведения.

2.6. Прослушайте правила по технике безопасности труда при выполнении практической работы.

2.7. Разместите приборы, материалы, оборудование, исключив возможность их падения.

**3. Требования безопасности во время занятий**

3.1. Выполняйте практические задания только после разрешения учителя.

3.2. Подготовленный к работе прибор покажите учителю.

3.3. Приступайте к работе и каждому ее этапу после указания учителя.

3.4. Не проводите самостоятельно опытов, не предусмотренных заданиями практической работы.

3.5. Не оставляйте без присмотра электроприборы.

3.6. Соблюдайте порядок и чистоту на рабочем месте.

3.7. Не устраняйте самостоятельно неисправности в оборудовании.

3.8. Не оставляйте рабочее место без разрешения учителя.

3.9. Не прикасайтесь к вращающимся под электричеством машинам, к корпусам стационарного электрооборудования.

3.10. Производите пересоединение в электромашинах после полной остановки их якоря или ротора.

**4. Требования безопасности в аварийных ситуациях**

4.1. При получении травм (порезы, ожоги) сообщите учителю или лаборанту.

4.2. В случае возникновения аварийных ситуаций (пожар, появление запаха, гари, газа) по указанию учителя быстро, без паники покиньте кабинет.

4.3. В случае плохого самочувствия сообщите об этом учителю.

4.4. О разбившейся посуде сообщите учителю. Не убирайте ее самостоятельно.

4.5. Отключите источник электроэнергии в случае неисправности электрических устройств, сообщите об этом учителю.

4.6. Проверяйте напряжение только приборами, собранную цепь включайте только после её проверки и с разрешения учителя.

4.7. Не прикасайтесь к элементам цепи, находящимся под напряжением и без изоляции.

4.8. Пользуйтесь только исправными штепсельными соединениями, розетками, гнёздами и выключателями с не выступающими контактными поверхностями.

**5. Требования безопасности по окончании занятий**

5.1. Уборку рабочих мест производите по указанию учителя.

5.2. После лабораторно-практических работ тщательно вымойте руки с мылом.

5.3. Обо всех неполадках в работе оборудования, электросети и т.д. сообщите учителю.

5.4. Покиньте кабинет, соблюдая порядок и дисциплину, после разрешения учителя.

**Цель курса:** Целью программы является интенсивное и всестороннее обучение законов, явлений и закономерностей физики космоса, а также формирование соответствующей базы знаний и умений, которая в дальнейшем будет способствовать ведению научной, исследовательской и инженерной деятельности учащихся, избравших для себя аэрокосмическую отрасль.

* расширить и углубить основы знаний в области естественных наук;
* изучить законы, явления и закономерности физики космоса;
* изучить строение, расположение, движение объектов на звездном небе;
* изучить влияние небесных объектов на Землю.
* развить навыки решения теоретических задач физики космоса и прикладных задач будущей профессии;
* развивать стремление к экспериментальной и исследовательской деятельности;
* развивать умение работать в коллективе, выслушать и объективно оценить суждение товарища;
* развить навыки применения полученных знаний для описания физики космос;
* научить решать конкретные задачи из различных областей физики, связанных с космосом;
* развивать внимательность, усидчивость, пунктуальность.
* воспитать дисциплинированность, ответственность;
* воспитать в обучающемся навыки логического мышления;
* воспитать интерес к профессиям, связанных с применением физики космоса;
* воспитывать целеустремленность в работе, творческое отношение к делу.

Темы курса.

*Тема 1. Вводное занятие.* Знакомство с курсом ДОП «Физика космоса». Общее знакомство с программой и обсуждение графика работы с учащимися. Опрос учащихся на понимание значения в аэрокосмической отрасли физико-астрономической науки.

*Тема 2. Понятие космоса.* Строение атома, вещества. Материя: вещество, поле. Взаимодействия. Современное представление о космосе. Значение слова «Космос». Законы строения и развития Вселенной. Физические явления во Вселенной. *Современные методы изучения космоса.*

*Тема 3. Объекты космического пространства.* Исследование космических явлений. Физическая природа исследования.

*Тема 4.* *История освоения космоса. Ученые-первопроходцы.*Научные открытия и работы ученых Николая Коперника, Джордано Бруно, Галилео Галилея. История развития и рождения идеи полета в космос. Научные труды основателя теоретической космонавтики К.Э. Циолковского.

*Тема 5. Этапы освоения космоса.*Первый запуск космического аппарата. Первые живые существа на орбите. Выход человека в космос. Первая высадка на Луну. Международное комплексное изучение космоса. Интенсивное исследование и коммерциализация космоса.

*Тема 6. Исследования лунной поверхности.*Автоматическая станция «Луна-1». Комплекс «Л-3». Реализованные миссии. Ход миссии. Современная лунная программа.

*Тема 7. Интересные факты про освоение космоса.* Отцы современной космонавтики. Секретные слова. Первый памятник пилотируемой космонавтике. Сухой закон.

*Тема 8. Доказательство вращения Земли. Маятник Фуко.* Прибор простой конструкции. Следствия вращения Земли. Особенность вращения Земли. Астрономические сутки. Время и вращение Земли.

*Тема 9. Расстояние в космосе.*Астрономическая единица. Световой год. Парсек. Метод лазерной локации и радиолокации. Метод тригонометрического параллакса. Метод стандартных свечей.

*Тема 10. Движение небесных тел.*Конфигурация и условия видимости планет.Законы Кеплера. Размер и форма Земли. Масса и плотность Земли.

*Тема 11. Закон всемирного тяготения.* Теория Исаака Ньютона. Свойства ньютоновского тяготения. История создания закона всемирного тяготения. Недостатки классической теории тяготения.

*Тема 12. Гравитация.* Сила гравитации. Гравитационные поля. Гравитационное излучение. Эффекты гравитации. Теории гравитации.

*Тема 13. Гравитационные волны. Гравитационная постоянная.*Источники гравитационных волн. Регистрация гравитационных волн. Гравитация Ньютона. Теория относительности Эйнштейна. Волны относительности. Физический смысл гравитационной постоянной. Эксперимент Кавендиша. Опыт Жолли.

*Тема 14. Взаимодействие космических объектов в солнечной системе.* Солнечная система. Объекты солнечной системы. Малые и большие объекты. Основные спутники. Силы, которые удерживают объекты в балансе.

*Тема 15. Понятие инерции. Инерция в космосе.* Неотъемлемое свойство движущейся материи. Закон инерции. Использование явления инерции в космосе.

*Тема 16. Итоговое занятие.* Выполнение итогового теста, благодаря которому происходит оценка усвоения пройденного в рамках программы нового материала, который связан с физикой космоса.

***Контрольные вопросы:***

1. Назовите цели и основные темы курса «Физика космоса».
2. Определите содержание тем курса и их возможное практическое применение.

***Домашнее задание:***

*Задание №1.* Подготовить доклад на тему «Физические явления во Вселенной».

# Тема: «Понятие космоса»

# Урок №2

Теоретический материал

Космос привлекал людей еще с древних времен. Глядя на звезды и безграничное пространство, человек мечтал изучить его. Однако оно настолько велико, что сделать это не так-то просто. Несмотря на то, что люди уже обладают технологиями, позволяющими отправиться в открытый космос, его освоение идет очень медленно.

В современном понимании космос есть все находящееся за пределами Земли и земной атмосферы. В англоязычной научной литературе в качестве аналога термина «космос» пользуются словом «пространство» (space). Физика космоса – наука о физических явлениях во Вселенной. То, что обычно понимается под физикой космоса, во многом совпадает с более употребительным понятием «астрофизика». Термином «физика космоса» пользуются, когда хотят подчеркнуть, что акцент делается на физических законах, лежащих в основе изучаемых явлений. Хотя астрофизика является разделом более общей науки астрономии, многие разделы современной астрофизики включают в своем названии слово «астрономия»: «Радиоастрономия», «Рентгеновская астрономия» и т.д. Ближайшая и наиболее изученная область космоса – околоземное космическое пространство. Свойства вещества и процессы, протекающие в этой области, в значительной мере определяются влиянием магнитного поля Земли. Поэтому ближний космос принято называть магнитосферой Земли. Земля с ее магнитосферой являются частью Солнечной системы, которая включает в себя Солнце, планеты, их спутники и кометы. Пространство между планетами (межпланетное пространство) заполнено разреженной солнечной плазмой, непрерывно истекающей с поверхности Солнца. Солнце – одна из ~ 1011 звезд, образующих гигантскую звездную систему – Галактику. Галактика имеет вид плоского диска, на периферии которого расположено Солнце. Поэтому наблюдатель видит на ночном небосводе светящуюся полосу – Млечный Путь, состоящий из звезд галактического диска. Галактики отличаются своими формами, размерами и числом входящих в них звезд. Задачи астрофизики состоят в исследовании индивидуальных небесных объектов (планеты, кометы, звезды), а также систем небесных объектов (планетные системы, галактики, скопления галактик и др.), включая Вселенную в целом, с целью установить строение и эволюцию этих объектов.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое «космос» в современном понимании?
2. Перечислите основные задачи астрофизики.

***Домашнее задание:***

*Задание №2*. Подготовить доклад на интересующую тему о космосе.

**Урок №3**

Теоретический материал

Что такое космос.

Под космосом подразумевается пустое пространство во Вселенной, находящееся за пределами планетарных атмосфер. В нем присутствуют частицы водорода, кислорода и пыли, правда их концентрация очень мала и составляет лишь несколько молекул на кубический метр.

Также в некоторых участках межзвездной среды могут встречаться электромагнитное излучение и космические лучи. Последние представляют собой движущиеся на большой скорости атомы ядер и элементарные частицы.

Границы.

Космос обладает множеством границ, пролегающих на разных расстояниях относительно Земли:

* 35 км – на этой высоте вода уже не может существовать в жидком виде, поскольку из-за атмосферного давления в 611 Па она закипает даже при нулевой температуре;
* 100 км – здесь проходит официально признанная граница между атмосферой Земли и ближним космосом, за ее пределами, для перемещения, люди вынуждены прибегать не к аэронавтике, а космонавтике;
* 100 тыс. км – наружная граница экзосферы – самого верхнего атмосферного слоя;
* 260 тыс. км – расстояние от Земли, где притяжение планеты сильнее солнечного;
* 13 млрд км – начало межзвездного пространства и дальнего космоса;
* 20 трлн км – граница Облака Оорта, за пределами которой не действует притяжение Солнечной системы;
* 300 квдрлн км – расстояние до границы Млечного Пути;
* 30 квнтлн км – граница Местной группы галактик, куда входят Млечный Путь, Андромеда и Треугольник;
* 250 скстлн км – предел видимости вещества в космическом пространстве;
* 870 скстлн км – граница видимости излучения.

***Контрольные вопросы:***

1. В чем разница между космосом и вселенной?
2. В чем разница между понятиями «астрофизика» и « Физика космоса»?

***Домашнее задание:***

*Задание №3*. Подготовить реферат на темы (по выбору):

1. С какими особенностями космического пространства сталкивается человек?

2. Что такое космос?

**Урок №4**

Теоретический материал

***Интересный факт****: в большинстве случаев для измерения расстояния астрономы используют не километры, а парсек, который равен 30,8568 трлн км.*

Чем космос отличается от Вселенной?

Довольно трудно установить четкую разницу между этими понятиями, поскольку в определенном контексте под ними могут подразумеваться разные вещи.

В современном мире за космос принимают бескрайнее пространство, начинающееся сразу после атмосферы Земли. В нем находятся планеты, звезды, галактики и другие небесные объекты. Для большего удобства космос разделяют на ближний, который можно исследовать с помощью современных спутников и аппаратов, и дальний, добраться до которого пока невозможно.

Под Вселенной подразумевается не только пространство между объектами, но и сами небесные тела. В философии даже человек является ее частью. Также существует мнение, что космос существовал всегда, а Вселенная возникла в момент Большого Взрыва.

***Задания:***

*Задание №4*:

* 1. Подготовить сравнительную таблицу характеристик космоса и Вселенной.

***Контрольные вопросы***

* + 1. Какие границы имеет космос?
    2. Является ли человек частью Вселенной?
    3. Что возникло раньше: космос или Вселенная?

***Домашнее задание:***

*Задание №5*. Подготовить реферат на темы (по выбору):

1. Интересные факты про освоения космоса?

2. История возникновения Вселенной?

**Урок №5**

Теоретический материал

Платон рассматривал мир как состоящий из двух пластов бытия – это подлинное бытие мира идей, и отраженное, теневое бытие мира материй. Описывая взаимоотношения между миром идей и миром материй Платон использовал метафору «пещеры». Мир материй – это всего лишь тени на стене пещеры, которые отбрасывают находящиеся в ней предмете под тусклым светом факелов. При этом сам человек, как наблюдатель в этой пещере, может видеть лишь тени, т.е. материальные вещи, но не сами идеи, которые бестелесны и потому недоступны для чувственного восприятия. Понятие идеи у Платона сближается с такими понятиями как эйдос, т.е. образ, а также формой, фигурой, обликом. Под идеями он понимает прежде всего те родовые и видовые абстрактно-логические понятия, которые существуют как бы вне вещей и над вещами в пространстве разума. В действительности понятие лошади, одновременно и соотносится с любой реально существующей лошадью и в тоже время не соответствует ни одной из них. Само понятие остается идеальным, т.е. более широким и всеобъемлющим по сравнению с единичными предметами которые ему отвечают.

Таким образом, Платон создал идеалистическое учение, в котором именно идеи являются субстанциональной основой бытия. Они существуют постоянно и находятся в неизменном виде. Любой материальный предмет или явление есть лишь тень от идеи, отвечающая ей в большей или меньшей степени, но никогда полностью. Бытие вещей подчинено единственной цели – достижению идеи, воплощению идеала, которая для них в тоже время недостижима. В отличие от идей вещи материальны, а потому могут рождаться и разрушаться, их бытия временно и изменчиво, они способны к развитию.

Учение о космосе

Обобщением онтологической концепции Платона стало его учение о космосе, которое было изложено в диалоге «Тимей». Рассматривая процесс создания бытия, Платон предполагает, что первоначально не существовало ничего, кроме замысла предвечного бога. Так мир, вселенная, само пространство и время произошли из пустоты и потенции создателя – изначальной идеи. Порожденный предвечным космос стал лишь тенью его идеального замысла. На первом этапе он был лишь двухмерной плоскостью и лишь со временем обрел трехмерность. В основе трехмерного космоса Платон указывает три начала – идеальное, тождественное самому демиургу, «неделимое»; «делимое» дискретное начало способное к рождению, умиранию и изменению, а также «причастное» к этим двум, под которым можно понимать пространство-время. С помощью данных трех начал Демиург создает Мировую душу, которая в свою очередь разделяется стихии – огонь, воздух и землю. Демиург придает миру наиболее гармоническую и совершенную форму – сферы, в центре которой находится земля, а вокруг нее звезды, планеты и другие небесные тела, подчиняющиеся законам математического движения. Таким образом, космос у Платона представляет собой не просто миропорядок, но одушевленную сущность, состоящую из трех частей: Разума космоса – Демиурга, его изначальной идеи и потенции, отражением которой является сам космос; Души космоса – Мировой Души, совокупности всех бестелесных идей; Тела космоса – пространственно-временного континуума и всех вещей в нем находящихся, который в отличии от первых двух компонент находится в процессе постоянного распада и становления.

***Задания:***

*Задание №6*:

1. Подготовить макет Вселенной в представлениях Платона.

***Контрольные вопросы:***

1. Как рассматривал мир Платон?
2. В чем заключается учение Платона о космосе?
3. Из каких частей по принципу Платона состоит космос?

***Домашнее задание:***

*Задание №7*. Подготовить реферат на темы:

1. Космос в представлении античных философов.

2. Космос в представлении Платона?

**Тема: «****Объекты космического пространства»**

**Урок №6**

Теоретический материал

Вселенная огромна. Ее размеры не может представить человек. Большую часть вселенной заполняет вакуум, однако в космосе еще присутствуют небесными телами т.е. астрономическими объектами. Хоть многие небесные тела имеет сферическую форму, они очень отличаются друг от друга. Все они имеют разные размеры, разные характеристики и свои особенности.

Чаще всего, смотря в небо ночью, мы видим именно их. Звезды - это огромные раскаленные газовые шары. Самая ближайшая звезда к нам (не считая Солнце) - Проксима Центавра. Расстояние от нас до нее - 39 900 000 000 000 км. Далековато. Но что насчет нашего светила?

Солнце находится от Земли примерно на расстоянии 149,6 млн км. Оно имеет массу, составляющую 99,86% все массы Солнечной системы. Звезда прожила уже половину жизни, ее возраст - 4,57 млрд. лет. Человечество использует энергию, в 6000 раз меньшую энергии, поступающей от солнце на земную поверхность.

Виды звезд:

Существует много типов звезд. Все звезды начинают свой путь с газовых облаков, существующих в межзвездном пространстве.

Вполне типичные, хоть и очень маленькие, звезды. В среднем они живут 10 миллиардов лет. Солнце относят к этому классу звезд. В конце своей жизни превращаются в красного гиганта.

**Красный гигант.**

Это огромные звезды, они больше обычных звезд в сотни раз. Самые большие становятся красными супрергигантами. Поверхность звезды расширяется и остывает, из за чего она имеет красный или оранжевый цвет.

**Белый карлик.**

Некоторые красные гиганты под конец своей жизни выделяют часть своей материи в космос и превращаются в белых карликов. Они представляют собой оставшееся от прошлой звезды ядро, плотное и горячее. Определенное время белый карлик светится, а после превращается в черного карлика.

**Коричневый карлик.**

Если протозвезда (звезда-детеныш, еще не зародившаяся звезда) не достигнет критической массы, чтобы превратиться в полноценную звезду, она светится недолгое время (ее маса примерно составляет 0.1 массы Солнца) и превращается в коричневого карлика. Хоть они не излучают ни света, ни тепла их относят к звездам. Они имеют массу, слишком маленькую для звезд, но слишком большую для планет.

**Цефеиды.**

Это звезды с "пульсирующей", непостоянной светимостью. Чаще всего они меняют ее в начале своей жизни и в конце. Изменение светимости может происходит как от изменений внутри звезды, так и от внешних факторов.

**Сверхновые.**

Рождаются из за взрыва огромных звезд. Вспышки сверхновых - большие сгустки энергии, отправляемые изредка сверхновыми.

**Черные дыры.**

Хоть и имеют такое название, представляют собой сферический объект. Образуются при смерти сверхновых или других больших звезд. Когда плотность звезды становится такой большой, что ее гравитация не отпускает свет. Такие объекты и есть черные дыры.

**Пульсары**

Их рождение тоже связано с смертью Сверхновой, но только в данном случае она взрывается. Образуется очень плотный объект, но недостаточно плотный, чтобы быть черной дырой. Пульсары вращаются очень быстро, испуская гамма-лучи с двух полюсов. Он чем-то напоминает маяк: гамма-лучи то появляются, то пульсар поворачивается другой стороной. Создается такое впечатление, что он мигает.

**Нейтронная звезда.**

Вообще, нейтронная звезда - это пульсар, только более уплотненный. Но иногда их объединяют в один вид. Гравитация сделала нейтронную звезду настолько плотной, что она в основном состоит из нейронов, спресованных настолько, что не составляют обычное вещество в нашем понимании.

Физик Чандрасекар Сабрахманьян высказал предположение, что если масса ядра разрушенной звезды в 1,4 раза больше массы самой звезды, то образуется нейтронная звезда. Если меньше - образуется белый карлик, больше - черная дыра.

**Двойные звезды.**

Они представляют собой две звезды, связанные между собой гравитационно-вращающиеся по замкнутым орбитам вокруг одного центра масс. Примерно половина всех звезд вселенной имеют пару.

**Экзопланеты.**

Это планеты, находящиеся за пределами Солнечной системы. Чаще всего они похожи на Юпитер или Сатурн, на Землю похожих планет очень мало. У многих планет не так уж и много отличий от других, но у некоторые очень сильно отличаются от своих братьев.

Например, пульсарная планета, расположенная на орбите вокруг пульсара. Или планета-океан, полностью покрытая водой (ну, или почти полностью). Найдено несколько планет-сирот, которые существуют вне какой-либо звездной системы.

Планета TrES-2b отражает менее 1% света, попадаемого на нее. Из-за этого она очень темная.

Планета Метузела имеет возраст, три раза больший возраста Земли. Мертузела сформировалась всего через миллиард лет после большого взрыва. Ранее считалось, что планета не может существовать более 13 миллиардов лет, но Мертузела опровергла это предположение.

55 Cancri вдвое превышает Землю, при это полность. состоит из алмазов. Учитывая недавнюю стоимость алмаза, 55 Cancri стоит 26.9$ нониллионов.

Глизе 436 b полностью состоит из раскаленного льда. Сильная гравитация планеты не дает молекулам воды испариться и покинуть поверхность.

CoRoT-7 b - планета, на которой с одной стороны температура превышает 4000 градусов по Фаренгейту, а с другой стороны очень холодно. Из-за необычной атосферы, там идут каменные дожди.

***Контрольные вопросы:***

1. Перечислите виды звезд?
2. Что такое экзопланеты?

***Домашнее задание:***

*Задание №8*. Подготовить доклад на тему «Небесные тела».

**Урок №7**

Теоретический материал

**Туманности.**

Туманности - огромные пылевые и газовык облака. Обычно в них рождаются звезды. Существует несколько типов туманностей.

**Эмиссионная туманность.**

Туманность с необычным свечением. Здесь активно происходит звездообразование.

**Отражательная туманность.**

Она почти полностью состоит из водорода и пыли. Поэтому весь свет, попадающий сюда, отражается и посылается к звездам. Часто эмиссионные туманности смешиваются отражательной туманностью.

**Темная туманность.**

В отличие от отражательной туманности, темная туманность вообще не пропускает свет, так как состоит из пыли и холодного газа. Звезды внутри нее не виды.

**Планетарная туманность.**

Обычно туманности - места рождения звезд. Но планетарную туманность порождают сами звезды при смерти.

**Остаток сверхновой звезды.**

Это туманность появляется при взрыве сверхновой. Обычно, неподалеку от этой туманности находятся остатки звезды-родителя.

**Галактики.**

Космические системы, состоящие из пыли, газа, звезд и звездных систем. В наблюдаемой части вселенной 100 миллиардов галактик. Обычно в центре галактики находится черная дыра.

У галактик нет устоявшихся квалификаций по размеру. Но если в галактике менее миллиарда звезд, то эту галактику называют маленькой.

**Виды галактик.**

Астрономы выделяют три типа галактик: спиральные, эллиптические и неправильные.

**Спиральные.**

Спиральная галактика - галактика с плоским диском, выпуклым центром и спиральными рукавам. Наша галактику (Млечный путь) спиральная. Они имеют такуют форму, благодаря скорости движения - 100 км/c.

**Эллиптические.**

Галактики в форме эллипса, т.е. круглые, но немного вытянутые. Могут быть вытянуты настолько сильно, что напоминают сигарету. Здесь обычно находятся старые звезды.

**Неправильные.**

Галактики, которые нельзя отнести ни к спиральным, ни к эллиптическим. Они имеют необычную, странную форму. Чаще всего из-за контактирования с другими космическими объектами.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое туманности?
2. Перечислите виды галактик.

***Домашнее задание:***

*Задание №9*. Подготовить доклад на тему «Объекты космического пространства».

**Урок №8**

Теоретический материал

Основным способом исследования небесных объектов и явлений служат астрономические наблюдения. Астрономические наблюдения — это целенаправленная и активная регистрация информации о процессах и явлениях, происходящих во Вселенной. Такие наблюдения выступают основным источником знаний на эмпирическом уровне.

   На протяжении тысячелетий астрономы изучали положение небесных объектов на звездном небе и их взаимное перемещение с течением времени. Точные измерения положений звезд, планет и других небесных тел дают материал для определения расстояний до них и их размеров, а также для изучения законов их движения. Результатами угломерных измерений пользуются в практической астрономии, небесной механике, звездной астрономии.

   Для проведения астрономических наблюдений и их обработки во многих странах созданы специальные научно-исследовательские учреждения —астрономические обсерватории.

   Для выполнения астрономических наблюдений и обработки полученных данных в современных обсерваториях используют наблюдательные инструменты (телескопы), светоприемную и анализирующую аппаратуру, вспомогательные приборы для наблюдений, электронно-вычислительную технику и др.

   Оптические телескопы служат для собирания света исследуемых небесных тел и получения их изображения. Телескоп увеличивает угол зрения, под которым видны небесные тела, и собирает во много раз больше света, приходящего от светила, чем невооруженный глаз наблюдателя. Благодаря этому в телескоп можно рассматривать невидимые с Земли детали поверхности ближайших небесных тел, а также множество слабых звезд.

   После Второй мировой войны начала бурно развиваться радиофизика (физика радиоволн). Усовершенствованные приемники, антенны и оставшиеся после войны радиолокаторы могли принимать радиоизлучение Солнца и далеких космических объектов. Так возникла радиоастрономия — одна из ветвей астрофизики. Внедрение радионаблюдений в астрономию  обогатило ее множеством выдающихся открытий.

   Новым импульсом в развитии астрономических наблюдений явился выход космических аппаратов и человека в космос. Научные приборы и телескопы, установленные на космических аппаратах, позволили исследовать ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение Солнца, других звезд и галактик. Эти наблюдения за пределами земной атмосферы, поглощающей коротковолновое излучение, необычайно расширили объем информации о физической природе небесных тел и их систем.

***Задания:***

*Задание №10*:

1. Сделать чертеж оптического телескопа.

***Контрольные вопросы***

1. Что такое астрономические наблюдения?
2. Перечислите способы изучения астрономических наблюдений?
3. Для чего нужны оптические телескопы?
4. Что изучает радиоастрономия?

***Домашнее задание:***

*Задание №11*. Подготовить макет оптического телескопа.

**Урок №9**

Теоретический материал

   В исследовании природы небесных тел большое внимание уделяется изучению их электромагнитного излучения. Небесные тела в зависимости от своего физического состояния излучают электромагнитные волны различной длины. В вакууме электромагнитные волны всегда распространяются с одинаковой скоростью с = 3 × 108 м/с. Очень важным свойством электромагнитного излучения является то, что скорость его распространения не зависит ни от длины волны, ни от скорости движения источника. Волна характеризуется частотой v и длиной λ, между которыми существует зависимость:с = vλ.

   Электромагнитные волны, имеющие разную длину волны, взаимодействуют с веществом по-разному. Соответственно методы исследования электромагнитного излучения отличаются. В связи с этим электромагнитное излучение условно делится на несколько диапазонов.

[](https://www.sites.google.com/site/astrofizikahome/glava-i/1-1-metody-izucenia-fiziceskoj-prirody-nebesnyh-tel/tabl.JPG?attredirects=0)

   Излучение с длиной волны от 390 до 760 нм человеческий глаз воспринимает как свет, причем разным длинам волн соответствуют разные цвета (от фиолетового до красного). Для обнаружения излучения в других диапазонах требуются специальные приборы.

   В зависимости от своего физического состояния одни небесные тела излучают энергию в узких интервалах частот спектра электромагнитных волн (например, светлые газовые туманности), другие − во всем его диапазоне: от гамма-лучей до радиоволн включительно (например, звезды). Изучение физической природы небесных тел в широком диапазоне электромагнитного излучения привело к появлению в науке следующих разделов: гамма-астрономия, рентгеновская астрономия, инфракрасная астрономия, радиоастрономия и др. Изучение электромагнитных волн, испускаемых небесными телами, затрудняется из-за того, что атмосфера Земли пропускает излучение лишь в определенных диапазонах длин волн: от 300 до 1000 нм, от 1 см до 20 м и в нескольких «окнах» инфракрасного диапазона.

[](https://www.sites.google.com/site/astrofizikahome/glava-i/1-1-metody-izucenia-fiziceskoj-prirody-nebesnyh-tel/iz.JPG?attredirects=0)

*Излучение, доходящее до поверхности Земли, исследуют с помощью оптических телескопов (видимый свет) и радиотелескопов.*

   Сильнее всего земная атмосфера поглощает коротковолновую область диапазона электромагнитного излучения: ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи. Наблюдения в этих диапазонах возможны только с помощью приборов, поднятых на большую высоту (на самолетах или зондах) либо установленных на межпланетных космических станциях, комплексах, искусственных спутниках Земли и ракетах.

***Задания:***

*Задание №12*:

1. Составить сравнительную таблицу всех видов электромагнитного излучения.
2. На примере любого выбранного небесного тела, показать, как влияет на него электромагнитное излучение.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое электромагнитное излучение небесных тел?
2. Перечислите диапазоны электромагнитного излучения.
3. С помощью чего исследуется электромагнитное излучение?
4. Какую область электромагнитного излучения поглощает земная поверхность?

***Домашнее задание:***

*Задание №13*. Подготовить доклад на тему «Методы исследования космических объектов».

**Тема: «История освоения космоса. Ученые-первопроходцы»**

**Урок №10**

Теоретический материал.

История покорения космоса — самый яркий пример торжества человеческого разума над непокорной материей в кратчайший срок. С того момента, как созданный руками человека объект впервые преодолел земное притяжение и развил достаточную скорость, чтобы выйти на орбиту Земли, прошло всего лишь чуть более пятидесяти лет — ничто по меркам истории! Большая часть населения планеты живо помнит времена, когда полёт на Луну считался чем-то из области фантастики, а мечтающих пронзить небесную высь признавали, в лучшем случае, неопасными для общества сумасшедшими.

Сегодня же космические корабли не только «бороздят просторы», успешно маневрируя в условиях минимальной гравитации, но и доставляют на земную орбиту грузы, космонавтов и космических туристов. Более того — продолжительность полёта в космос ныне может составлять сколь угодно длительное время: вахта российских космонавтов на МКС, к примеру, длится по 6-7 месяцев.

А ещё за прошедшие полвека человек успел походить по Луне и сфотографировать её тёмную сторону, осчастливил искусственными спутниками Марс, Юпитер, Сатурн и Меркурий, «узнал в лицо» отдалённые туманности с помощью телескопа «Хаббл» и всерьёз задумывается о колонизации Марса.

Зачем нужно покорять космическое пространство?

В данный момент эксперты выделяют большое количество причин для этого. Не только тяга к знаниям движет проекты освоения человеком космического пространства:

* Выживание. В определенной ситуации человечество может оказаться на грани исчезновения. Предполагается, что спасти остатки цивилизации поможет только эвакуация на другую планету.
* Добыча полезных ископаемых. Считается, наиболее ценными залежами обладают астероиды. Соответственно, поэтому освоение человеком космического пространства играет экономическую роль. Редкоземельные металлы не настолько редки в других звездных системах. Таким образом, это позволит решить множество проблем.
* Возможность противостоять глобальным угрозам. Сейчас в данный ранг возведены кометы и астероиды. Ранее эти теории лишь пугали зрителей с экранов телевизора, но упавший в 2013 году Чебаркульский метеорит под Челябинском показал всю мощь космических тел.

Этапы освоения космоса.

Впервые в реальность полёта к дальним мирам прогрессивное человечество поверило в конце 19 века. Именно тогда стало понятно, что если летательному аппарату придать нужную для преодоления гравитации скорость и сохранять её достаточное время, он сможет выйти за пределы земной атмосферы и закрепиться на орбите, подобно Луне, вращаясь вокруг Земли. Загвоздка была в двигателях.

Существующие на тот момент экземпляры либо чрезвычайно мощно, но кратко «плевались» выбросами энергии, либо работали по принципу «ахнет, хряснет и пойдёт себе помаленьку».  Вдобавок регулировать вектор тяги и тем самым влиять на траекторию движения аппарата было невозможно.

Наконец, в начале 20 века исследователи обратили внимание на ракетный двигатель, принцип действия которого был известен человечеству ещё с рубежа нашей эры: топливо сгорает в корпусе ракеты, одновременно облегчая её массу, а выделяемая энергия двигает ракету вперёд.

Первую ракету, способную вывести объект за пределы земного притяжения, спроектировал Циолковский в 1903 году.

I этап – первый запуск космического аппарата

Датой, когда началось освоение космоса считается 4 октября 1957 года – это день, когда Советский Союз в рамках своей космической программы первым запустил в космос космический аппарат – Спутник-1.  В этот день шарообразный спутник вышел на орбиту, передав обратно сигнал об успешном старте.

Он был выведен на орбиту с помощью ракеты Р-7, спроектированной под руководством Сергея Королёва.  Силуэт Р-7, прародительницы всех последующих космических ракет, и сегодня узнаваем в суперсовременной ракете-носителе «Союз», успешно отправляющей на орбиту «грузовики» и «легковушки» с космонавтами и туристами на борту — те же четыре «ноги» пакетной схемы и красные сопла.

Устройство представляло собой две сваренные полусферы из магниевого сплава и четыре стабилизатора, параллельно играющие роль передающих антенн. Общая масса устройства не превышала 88.5 кг.

Полный виток вокруг Земли он совершал за 96 минут. «Звёздная жизнь» железного пионера космонавтики продлилась три месяца, но за этот период он прошёл фантастический путь в 60 миллионов км!

Он был настолько популярен, что в Советском союзе в его форме делали даже ёлочные игрушки и значки. Освоение космического пространства СССР поставило точку на стараниях американцев первыми покорить космос. Единственной целью его запуска была проверка теорий. В конце концов, освоение космоса в 50-60 годы перестало казаться призрачной задачей. Также это спровоцировало всплеск огромного количества научной фантастики, наводнившей страницы книг и экраны телевизоров.

II этап – первые живые существа на орбите

Успех первого запуска окрылял конструкторов, и перспектива отправить в космос живое существо и вернуть его целым и невредимым уже не казалась неосуществимой. Всего через месяц после запуска «Спутника-1» на борту второго искусственного спутника Земли на орбиту отправилось первое животное — собака Лайка. Цель у неё была почётная, но грустная — проверить выживаемость живых существ в условиях космического полёта. Более того, возвращение собаки не планировалось.

Запуск и вывод спутника на орбиту прошли успешно, но после четырёх витков вокруг Земли из-за ошибки в расчётах температура внутри аппарата чрезмерно поднялась, и Лайка погибла. Сам же спутник вращался в космосе ещё 5 месяцев, а затем потерял скорость и сгорел в плотных слоях атмосферы.

Помимо собак и до, и после 1961 г в космосе побывали обезьяны (макаки, беличьи обезьяны и шимпанзе), кошки, черепахи, а также всякая мелочь – мухи, жуки и т. д.

Первыми лохматыми космонавтами, по возвращении приветствовавшими своих «отправителей» радостным лаем, стали  Белка и Стрелка, отправившиеся покорять небесные просторы на пятом спутнике в августе 1960 г. Их полёт длился чуть более суток, и за это время собаки успели облететь планету 17 раз. Всё это время за ними наблюдали с экранов мониторов в Центре управления полётами — кстати, именно по причине контрастности были выбраны белые собаки — ведь изображение тогда было чёрно-белым.

По итогам запуска также был доработан и окончательно утверждён сам космический корабль — всего через 8 месяцев в аналогичном аппарате в космос отправится первый человек.

В этот же период СССР запустил первый искусственный спутник Солнца, станция «Луна-2» сумела мягко прилуниться на поверхность планеты, а также были получены первые фотографии невидимой с Земли стороны Луны.

III этап – выход человека в космос

12 апреля 1961 года — совершён первый полёт человека в космос.  В 9:07 по московскому времени со стартовой площадки № 1 космодрома Байконур был запущен космический корабль «Восток-1» с первым в мире космонавтом на борту — Юрием Гагариным.

Гагарин стал первым человеком, который отправился в космос и вернулся живым и невредимым на Землю.

Именем Юрия Гагарина названы улицы во всех городах России и во многих других странах мира.  Первый полёт длился 108 минут, за это время корабль «Восток» успел совершить полный оборот вокруг Земли. В ходе полёта было проведено множество базовых тестов: человек впервые пил, ел, делал записи и выполнял простые математические расчёты в космосе. До этого никто не знал, как же на самом деле будет чувствовать себя человек на орбите.

Нужно отметить, что условия полёта были далеки от тех, что предлагаются ныне космическим туристам: Гагарин испытывал восьми-десятикратные перегрузки, был период, когда корабль буквально кувыркался, а за иллюминаторами горела обшивка и плавился металл. В течение полёта произошло несколько сбоев в различных системах корабля, но к счастью, космонавт не пострадал.

С тех пор каждое 12 апреля мы отмечаем День космонавтики.

Вслед за полётом Гагарина знаменательные вехи в истории освоения космоса посыпались одна за другой:

* был совершён первый в мире групповой космический полёт,
* затем в космос отправилась первая женщина-космонавт Валентина Терешкова (1963 г);
* состоялся полёт первого многоместного космического корабля;
* Алексей Леонов стал первым человеком, совершившим выход в открытый космос (1965 г)

Первые человеческие жертвы

Космос подарил нам немало открытий и героев. Однако начало космической эры было ознаменовано и жертвами.

Первым погибшим советским космонавтом был Владимир Комаров. 23 октября 1967 года он на космическом корабле «Союз-1» после орбитального полета успешно сошел с орбиты. Но основной парашют спускаемой капсулы не раскрылся, и она на скорости 200 км/ч врезалась в землю и полностью сгорела.

***Контрольные вопросы:***

1. Для чего нужно покорять космическое пространство.
2. Кто первым полетел в космос.
3. Перечислите первые 3 этапа освоения космоса.
4. Первая женщина-космонавт.

***Домашнее задание:***

*Задание №14*. Подготовить презентацию о достижениях одного из ученых, привнёсшего значительный вклад в развития представления о космосе и физических основах космического пространства.

**Урок №11**

Теоретический материал.

IV этап – первая высадка на Луну

Хотя Советский Союз первым вышел в космос и даже первым запустил на орбиту Земли человека, но США стали первыми, чьи астронавты смогли совершить удачную посадку на ближайшем космическом теле от Земли – на спутнике Луна.

24 июля 1969 года два члена экипажа «Аполлон-11» ступили на поверхность Луны: Нил Армстронг и Базз Олдрин совершили один выход и пробыли на спутнике Земли два с половиной часа.

Тогда была в новостях была сказана знаменитая фраза: «Это маленький шаг для человека, но огромный скачек для всего человечества».  Армстронгу не только удалось побывать на поверхности Луны, но и привезти пробы грунта на Землю.

Всего с 1969 по 1972 год по программе «Аполлон» было выполнено 6 полётов с посадкой на Луне. За эти годы на спутнике побывало 12 человек.

V этап – исследование планет Солнечной системы

«Марс»

Советская программа по изучению Марса началась в 1964 году, а наиболее наиболее значимые результаты были достигнуты к 1971 году. Автоматическая межпланетная станция «Марс-2» стала первым искусственным объектом на поверхности Красной планеты, хотя аппарат и потерпел аварию.

Следовавший по пятам «Марс-3» в том же году впервые в истории совершил мягкую посадку. Сеанс связи длился всего 14 секунд — за это время было передано первое фото с поверхности планеты.

«Венера»

Ещё одна советская программа, но уже по изучению Венеры; снова множество важнейших достижений и открытий.

Советские аппараты выяснили, что у ближайшей соседки невероятно высокое давление и она никакой не близнец Земли. В 1970 году «Венера-7 совершила первую в истории мягкую посадку, а пять лет спустя «Венера-9» передала первые фотографии с поверхности.

Неофициально Венеру считали «советской» планетой, так как Союз прикладывал огромные усилия для её изучения, оставив Марс конкурентам.

«Викинг»

В 1975 году два одинаковых аппарата «Викинг-1» и «Викинг-2» были отправлены к Марсу с целью найти следы жизни в грунте. Жизнь найти не удалось, но была совершена мягкая посадка, были получены первые образцы грунта и первые панорамные цветные фото с поверхности. Аппараты должны были проработать 90 суток, но значительно превысили этот срок. «Викинг-1», например, оставался функциональным 5 лет.

VI этап – человечество выходит за пределы Солнечной системы

В 1972 году был запущен космический аппарат под названием «Пионер-10», который пройдя рядом с Сатурном, отправился за пределы Солнечной системы. И хотя «Пионер-10» не сообщил ничего нового о мире за пределами нашей системы, он стал доказательством, что выйти в другие системы человечество способно.

***Контрольные вопросы:***

1. Какая станция стала первым искусственным объектом на поверхности Красной планеты.
2. Какая планета называется красной?
3. Перечислите этапы освоения космоса.
4. В каком году был запущен космический аппарат под названием «Пионер-10»?

***Домашнее задание:***

*Задание №15*. Подготовить доклад на тему «В каких этапах освоения космоса участвовал Советский Союз»?

**Урок №12**

Теоретический материал.

Запуск космической орбитальной станции «Мир».

В 1986 году Советский Союз вывел на околоземную орбиту базовый блок станции «Мир». Сама станция, без преувеличения, стала символом эпохи. Более 12 лет станция «Мир» имела постоянное «население»: Валерий Поляков пробыл на «Мире» 437 суток — и это рекорд пребывания человека в космосе. Было проведено 23 000 экспериментов и получено огромное количество данных о межпланетном пространстве.

VIII этап – начало работы МКС (Международной космической станции)

Международная космическая станция пришла на замену «Миру» в 1998 году. МКС почти в 5 раз больше предшественника и служит космической «дачей» для человечества по сей день.

Одна из главных целей при создании станции – это возможность проведения различных опытов и экспериментов, которые требуют наличия уникальных условий космоса, а в частности – невесомости, а также вакуума и микрогравитации.

Всего в проекте МКС участвует 14 стран.

Управление МКС осуществляется: российским сегментом — из Центра управления космическими полётами в Королёве, американским сегментом — из Центра управления полётами имени Линдона Джонсона в Хьюстоне. Управление лабораторных модулей — европейского «Коламбус» и японского «Кибо» — контролируют Центры управления Европейского космического агентства  и Японского агентства аэрокосмических исследований. Между Центрами идёт постоянный обмен информацией.ъ

IX-этап –интенсивное исследование и коммерциализация космоса

Начало XXI века отмечается дальнейшим интенсивным покорением космического пространства человеком. Продолжается работа и эксперименты на МКС, изучаются и анализируются снимки с телескопа «Хаббл».  Открытие новых космических явлений и объектов поражает воображение.

Продолжается изучение нашей Солнечной системы:

* 24 июня 2000 года — станция NEAR Shoemaker стала первым искусственным спутником астероида (433 Эрос).
* 30 июня 2004 года — станция «Кассини» стала первым искусственным спутником Сатурна.
* 15 января 2006 года — станция «Стардаст» доставила на Землю образцы кометы Вильда 2.
* 17 марта 2011 года — станция Messenger стала первым искусственным спутником Меркурия.

«Новые рубежи»

***Задания:***

*Задание №16*:

1. Привести характеристики станции «Мир».
2. Составить сравнительную таблицу всех космических станций СССР и России.

***Контрольные вопросы***

1. В каком году запустили станцию «Мир»?
2. Какая станция пришла на замену станции «Мир»?
3. Перечислите этапы освоения космоса.
4. Сколько стран участвуют в проекте МКС?

***Домашнее задание:***

*Задание №17*. Подготовить доклад на тему «МКС и ее преимущества».

**Урок №13**

Теоретический материал.

Коммерческое освоение космоса.

Без космоса человечество уже себя не представляет. Кроме всех плюсов практического освоения космического пространства, развивается и коммерческая составляющая.

Сегодняшний день характеризуется новыми проектами и планами освоения космического пространства.

Интересных факты про освоение космоса

1. Сергей Королев — советский ученый, конструктор, главный 10 и организатор производства ракетно-космической техники и ракетного оружия СССР и основоположник практической космонавтики. Он в 1938 году был арестован по обвинению во вредительстве. По некоторым данным, он был подвергнут пыткам — ему сломали обе челюсти. 27 сентября 1938 года Королев был приговорен Военной Коллегией Верховного Суда СССР к 10 годам в трудовых лагерях и к 5 годам поражения в правах. В 1940 году срок сократили до 8 лет ИТЛ (Севжелдорлаг), а в 1944 Королева освободили. Отца отечественной космонавтики полностью реабилитировали лишь в 1957 году.
2. Секретные слова. Во время первых полетов космонавты общались с Землей с помощью секретных слов, чтобы никто не мог догадаться, как все проходит. Такими словами служили названия цветов, фруктов и деревьев. Например, космонавт Владимир Комаров в случае повышения радиации должен был сигналить: «Банан!». Для Валентины Терешковой (первой женщины-космонавта) пароль «Дуб» означал, что тормозной двигатель работает хорошо, а «Вяз» — что двигатель не работает.
3. Первый памятник пилотируемой космонавтике. На месте приземления Юрия Гагарина около деревни Смеловка в Саратовской области 12 апреля 1961 года прибывшие военные установили знак. Точнее — вкопали столб с табличкой, где было написано: «Не трогать! 12.04.61 г. 10 ч 55 м. моск. Время».

***Задания:***

*Задание №18*:

1. Создать программу коммерческого освоения космоса. Подробно описать ваши действия по ведению данной программы.

***Контрольные вопросы:***

1. Приведите примеры коммерческого освоения космоса.
2. Приведите интересные факты об освоении космоса.

***Домашнее задание:***

*Задание №19*. Подготовить реферат на тему «Вклад СССР в развитие представлений о космосе».

**Тема: «Этапы освоения космоса»**

**Урок №14**

Теоретический материал.

В 1957 г. под руководством Королёва была создана первая в мире межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, которая в том же году была использована для запуска первого в мире искусственного спутника Земли.

4 октября 1957 — запущен первый искусственный спутник Земли Спутник-1. (СССР).

3 ноября 1957 — запущен второй искусственный спутник Земли Спутник-2 впервые выведший в космос живое существо — собаку Лайку. (СССР).

4 января 1959 — станция «Луна-1» прошла на расстоянии 6000 километров от поверхности Луны и вышла на гелиоцентрическую орбиту. Она стала первым в мире искусственным спутником Солнца. (СССР).

14 сентября 1959 — станция «Луна-2» впервые в мире достигла поверхности Луны в районе Моря Ясности вблизи кратеров Аристид, Архимед и Автолик, доставив вымпел с гербом СССР. (СССР).

4 октября 1959 — запущена АМС «Луна-3», которая впервые в мире сфотографировала невидимую с Земли сторону Луны. Также во время полёта впервые в мире был на практике осуществлён гравитационный манёвр. (СССР).

19 августа 1960 — совершён первый в истории орбитальный полёт в космос живых существ с успешным возвращением на Землю. На корабле «Спутник-5» орбитальный полёт совершили собаки Белка и Стрелка. (СССР).

12 апреля 1961 — совершён первый полёт человека в космос (Ю. Гагарин) на корабле Восток-1. (СССР).

12 августа 1962 — совершён первый в мире групповой космический полёт на кораблях Восток-3 и Восток-4. Максимальное сближение кораблей составило порядка 6.5 км. (СССР).

16 июня 1963 — совершён первый в мире полёт в космос женщины-космонавта (Валентина Терешкова) на космическом корабле Восток-6. (СССР).

***Контрольные вопросы:***

1. В каком году и кем была создана баллистическая ракета Р-7?
2. В каком году был запущен первый искусственный спутник Земли Спутник-1?
3. В каком году совершён первый в истории орбитальный полёт в космос живых существ с успешным возвращением на Землю?
4. На каком корабле Валентина Терешкова впервые отправилась в космос?

***Домашнее задание:***

*Задание №20*. Подготовить презентацию на тему «Животные в космосе».

**Урок №15**

Теоретический материал.

12 октября 1964 — совершил полёт первый в мире многоместный космический корабль Восход-1. (СССР).

18 марта 1965 — совершён первый в истории выход человека в открытый космос. Космонавт Алексей Леонов совершил выход в открытый космос из корабля Восход-2. (СССР).

3 февраля 1966 — АМС Луна-9 совершила первую в мире мягкую посадку на поверхность Луны, были переданы панорамные снимки Луны. (СССР).

1 марта 1966 — станция «Венера-3» впервые достигла поверхности Венеры, доставив вымпел СССР. Это был первый в мире перелёт космического аппарата с Земли на другую планету. (СССР).

3 апреля 1966 — станция «Луна-10» стала первым искусственным спутником Луны. (СССР).

30 октября 1967 — произведена первая стыковка двух беспилотных космических аппаратов «Космос-186» и «Космос-188». (CCCР).

15 сентября 1968 — первое возвращение космического аппарата (Зонд-5) на Землю после облёта Луны. На борту находились живые существа: черепахи, плодовые мухи, черви, растения, семена, бактерии. (СССР).

16 января 1969 — произведена первая стыковка двух пилотируемых космических кораблей Союз-4 и Союз-5. (СССР).

***Контрольные вопросы:***

1. В каком году совершил полёт первый в мире многоместный космический корабль Восход-1?
2. В каком году АМС Луна-9 совершила первую в мире мягкую посадку на поверхность Луны?
3. Какая станция доставила вплел СССР на поверхность Венеры?
4. Произведена первая стыковка двух пилотируемых космических кораблей Союз-4 и Союз-5?

***Домашнее задание:***

*Задание №21*. Подготовить чертеж и макет космического корабля Восход - 1.

**Урок №16**

Теоретический материал.

24 сентября 1970 — станция «Луна-16» произвела забор и последующую доставку на Землю (станцией «Луна-16») образцов лунного грунта. (СССР). Она же — первый беспилотный космический аппарат, доставивший на Землю пробы породы с другого космического тела (то есть, в данном случае, с Луны).

17 ноября 1970 — мягкая посадка и начало работы первого в мире полуавтоматического дистанционно управляемого самоходного аппарата, управляемого с Земли: Луноход-1. (СССР).

15 декабря 1970 — первая в мире мягкая посадка на поверхность Венеры: «Венера-7». (СССР).

19 апреля 1971 — запущена первая орбитальная станция Салют-1. (СССР).

27 ноября 1971 — станция «Марс-2» впервые достигла поверхности Марса. (СССР).

2 декабря 1971 — первая мягкая посадка АМС на Марс: «Марс-3». (СССР).

20 октября 1975 — станция «Венера-9» стала первым искусственным спутником Венеры. (СССР).

октябрь 1975 — мягкая посадка двух космических аппаратов «Венера-9» и «Венера-10» и первые в мире фотоснимки поверхности Венеры. (СССР).

20 февраля 1986 — вывод на орбиту базового модуля орбитальнной станции [[Мир\_(орбитальная\_станция)]Мир]

20 ноября 1998 — запуск первого блока Международной космической станции. Производство и запуск (Россия). Владелец (США).

***Контрольные вопросы:***

1. В каком году запущена первая орбитальная станция Салют-1?
2. Какая станция впервые достигла поверхности Марса?
3. Как называется первый искусственный спутник Венеры?

***Задания:***

*Задание №22*:

1. Подготовить чертеж и макет орбитальной станции Салют-1.

***Домашнее задание:***

*Задание №23*. Подготовить доклад на тему «Орбитальные станции СССР».

**Урок №17**

Теоретический материал.

**50 лет первому выходу человека в открытый космос.**

Сообщение ТАСС от 18 марта 1965 года:

Сегодня, 18 марта 1965 года, в 11 часов 30 минут по московскому времени при полёте космического корабля «Восход-2» впервые осуществлён выход человека в космическое пространство. На втором витке полёта второй пилот летчик-космонавт подполковник Леонов Алексей Архипович в специальном скафандре с автономной системой жизнеобеспечения совершил выход в космическое пространство, удалился от корабля на расстоянии до пяти метров, успешно провёл комплекс намеченных исследований и наблюдений и благополучно возвратился в корабль. С помощью бортовой телевизионной системы процесс выхода товарища Леонова в космическое пространство, его работа вне корабля и возвращение в корабль передавались на Землю и наблюдались сетью наземных пунктов. Самочувствие товарища Леонова Алексея Архиповича в период его нахождения вне корабля и после возвращения в корабль хорошее. Командир корабля товарищ Беляев Павел Иванович чувствует себя также хорошо.

Сегодняшний день характеризуется новыми проектами и планами освоения космического пространства. Активно развивается космический туризм. Пилотируемая космонавтика вновь собирается вернуться на Луну и обратила свой взор к другим планетам Солнечной системы (в первую очередь к Марсу).

***Контрольные вопросы:***

1. В каком году был впервые осуществлён выход человека в космическое пространство?
2. Перечислите все этапы освоения космоса.
3. Кто первым совершил выход в космическое пространство?

***Задания:***

*Задание №24*:

1. Подготовить макет космического корабля для полета на Луну.
2. Рассчитать необходимые характеристики полета и представить их учителю.

***Домашнее задание:***

*Задание №25*. Подготовить временную шкалу с нанесенными этапами и фактами развития космоса.

**Тема: «Исследования лунной поверхности»**

**Урок №18**

Теоретический материал.

**12 суток до Луны и обратно**

Советская лунная программа зарождалась в условиях космической гонки между СССР и США. В то время как Соединенные Штаты развивали программу "Аполлон" по высадке человека на Луну, Советский Союз воплощал собственную программу по освоению спутника.

Согласно предварительному отчету, первостепенной задачей СССР был облет естественного спутника человеком и возвращение на Землю, исследование физических свойств Луны и съемка ее поверхности. Второй этап подразумевал экспедицию космического комплекса "Л-3" на Луну и высадку на поверхность одного космонавта в 1969–1970 годах.

В задачи "Л-3" входило "осуществление посадки на поверхность Луны лунного аппарата с космонавтом, проведение комплекса работ на поверхности Луны по исследованию свойств поверхности, фотографированию района посадки, научным наблюдениям и сбору пород лунного грунта", говорится в документе. Для поддержки миссии на поверхности должен был работать автоматический аппарат Е8. После выполнения необходимых задач космонавт должен был вернуться на Землю. Полное время экспедиции — 12 суток.

Всего комплекс "Л-3" вмещал двух космонавтов, но только один из них должен был оказаться на поверхности, в то время как американская миссия предусматривала вывод на орбиту комплекса с тремя астронавтами и высадку на поверхность двух из них.

**Люди, базы и челнок**

Развитие лунной программы в 1970–1985 годах предполагало создание сети обитаемых баз в разных районах естественного спутника Земли, проведение там научных экспериментов и обеспечение транспортной связи. К началу 1970-х годов СССР собирался "обеспечить достаточно продолжительное пребывание космонавтов на Луне примерно 15–20 суток с тем, чтобы можно было провести необходимый объем работ по исследованию района посадки, приобретения опыта проведения человеком различных исследовательских работ и т.д.".

Искусственные спутники и автоматические станции были нужны для решения самостоятельных научных задач и обслуживания обитаемых станций. Эти средства "должны функционировать как во время пребывания экспедиций на Луне, так и между экспедициями, и создание их должно быть предусмотрено в начале 70-х годов", уточняется в отчете.

В частности, спутники на орбите Луны могли создать карты, изучить строение и состав пород поверхности, обеспечить связь между удаленными базами. Часть этих задач должен был решить тяжелый спутник. На поверхность Луны СССР хотел доставить передвижные, астрономические, гелиографические, геофизические и связные станции в 1972–1975 годах, причем вес фототелескопов мог достигать 580 кг, а диаметр планетных телескопов — от 500 мм до 1,5 м. Все это, убеждены авторы отчета, позволило бы исследовать планеты и их атмосферы, вести метеорологические исследования.

Для пилотируемых экспедиций предлагалось создать ракетно-космический комплекс "Л-3М" (модернизация "Л-3"), который сможет находиться на Луне до 20 суток, и начать его эксплуатацию с 1973 года. По задумке, комплекс состоял из двух частей — посадочной (в составе экипажа три человека) и орбитальной (экипаж — два человека). Выводить его на орбиту должна была ракета-носитель "Н-1".

"Создание на Луне баз с длительным временем существования предположительно можно отнести к периоду 1980–1985 годов", — говорится в отчете.

Одна из главных задач для обеспечения жизнедеятельности лунных баз — транспортное сообщение. Она могла решиться с помощью многоразовых транспортных кораблей, которые смогли бы летать по трассе между орбитами около Луны, то есть "выполнять роль парома". Для полета на Землю, считают ученые, могли бы использоваться многоразовые "челночные корабли", с помощью которых можно было бы доставлять как грузы, так и членов экипажа.

***Контрольные вопросы:***

1. Что входило в задачи Л-3?
2. Сколько дней длилась экспедиция на Луну?
3. Из каких частей состоял комплекс Л-3М?

***Домашнее задание:***

*Задание №26*. Подготовить презентацию на тему: «Лунные базы».

**Урок №19**

Теоретический материал.

**Реализованные миссии**

Первая автоматическая станция на естественный спутник Земли ("Луна-1") была запущена 2 января 1959 года. Однако из-за ошибки в циклограмме она не смогла достичь поверхности небесного тела. Но несмотря на это, аппарат выполнил научные задачи — зарегистрировал внешний радиационный пояс Земли, провел прямые измерения солнечного ветра и стал первым искусственным спутником Солнца.

Первый в истории человечества аппарат, который достиг поверхности Луны, — советская автоматическая станция "Луна-2". По отношению ко многим задачам советских аппаратов, которые отправлялись на поверхность естественного спутника Земли или его орбиту, можно было сказать, что они выполнялись впервые. Так, "Луна-3" впервые в истории сфотографировала обратную сторону естественного спутника Земли, а "Луна-9" — сняла первую телепанораму. "Луна-13" первой в истории провела инструментальное исследование плотности и прочности поверхностного слоя лунного грунта, а "Луна-16" не только достигла поверхности небесного тела, но и доставила на Землю лунный грун (реголит) — 101 г.

Последняя советская автоматическая станция на Луну ("Луна-24") была запущена в 1976 году. По итогам этой миссии на Землю удалось доставить 170 г грунта.

В советское время реализовать большую часть лунной программы не удалось. Отчасти из-за недостатка финансирования, отчасти из-за отсутствия двигателей достаточной мощности.

**Современная лунная программа**

В 2021 году Россия возобновит лунную программу, причем некоторые включенные в нее идеи перекликаются с советскими. В частности, как и во времена СССР, общая концепция подразумевает исследование естественного спутника Земли сначала автоматическими и орбитальными аппаратами. Только после этого на Луну в экспедицию должен полететь человек, а в дальнейшем планируется возведение обитаемых баз.

Так, в 2021 году на поверхность естественного спутника Земли с космодрома Восточный отправится автоматическая станция "Луна-25". Планируется, что аппарат осуществит посадку недалеко от кратера Богуславского и проведет исследования в районе Южного полюса Луны. В 2024 году Роскосмос планирует отправить на орбиту к естественному спутнику Земли аппарат "Луна-26". Затем будет запущен тяжелый аппарат "Луна-27", который начнет бурение реголита и проведет научную работу на поверхности.

Первая высадка космонавтов на поверхность Луны запланирована на 2030 год. Члены экипажа, как это предполагалось в советское время, в первую очередь проведут эксперименты на поверхности — прикладные научные исследования.

После этого планируются регулярные миссии на Луну и развертывание там постоянной базы. Правда, если в программе СССР их должно было быть несколько, то сейчас РФ рассматривает только одну и развернуть ее планирует к 2035 году. Во время регулярных миссий на поверхности естественного спутника Земли будут размещены "ретрансляторы, энергетические модули, роботизированные системы", говорится в материалах, представленных ЦНИИмаш.

Еще одна инициатива Роскосмоса, которая необходима для обеспечения работы обитаемых баз, — своеобразный симбиоз советского "парома" и "челнока" — лунный лифт. Как пояснил ранее генеральный директор госкорпорации Дмитрий Рогозин, это будет аппарат, который отделяется от корабля, находящегося на лунной орбите, обеспечивает безопасную мягкую посадку, а по окончании миссии взлетает с поверхности, выходя на орбиту Луны, производит стыковку с кораблем, разгон и отрыв от орбиты Луны и возвращение на Землю.

Также российские ученые предлагают в конце 2020-х — начале 2030-х годов начать строительство на Луне астрофизических обсерваторий. В апреле 2019 года Рогозин предположил, что наилучшим местом для размещения научной базы является обратная сторона Луны, поскольку "там полный ноль индустриальных шумов". Как следует из опубликованных на сайте госкорпорации материалов, Советский Союз также собирался размещать научную базу на естественном спутнике Земли.

***Контрольные вопросы:***

1. Когда была запущена первая автоматическая станция на естественный спутник Земли ("Луна-1")?
2. Какой аппарат достиг поверхности Луны?
3. В каком году была запущена последняя советская автоматическая станция на Луну ("Луна-24")?
4. В чем заключалась современная лунная программа?

***Задания:***

*Задание №27*:

1. Создать прототип автоматической станции «Луна-24» для полетов в космос.

***Домашнее задание:***

*Задание №28*. Подготовить презентацию на тему: «Исследования Луны».

**Тема: «Интересные факты про освоение космоса»**

**Урок №20**

Теоретический материал.

СССР осваивало космическое пространства.

И именно в этот период исследователям космоса в СССР удалось стать первооткрывателями во многих областях своей деятельности.

**Интересные факты об исследованиях космоса в СССР**

Так, в 1957 году именно на советском корабле в космос было доставлено первое живое существо – собака по кличке Лайка. Хотя собака погибла уже через несколько часов полета, ученым удалось собрать уникальнейшую информацию о влиянии космического пространства на физиологические функции живого организма. А смерть собаки, по мнению специалистов, произошла не из-за пагубного воздействия космоса, а по причине сбоя в системе терморегуляции корабля.

Как это было принято в СССР, информация всячески искажалась и замалчивалась, поэтому по официальной версии того времени животное прожило в космосе шесть дней. И только в начале двухтысячных годов была рассекречена информация о реальном времени ее гибели.

Для известных всему миру Белки и Стрелки полет в космос оказался не столь драматичным. На борту космического корабля, стартовавшего через три года после полета Лайки в 1960 году, собаки провели чуть более суток. Они стали первыми в мире животными, совершившими орбитальный космический полет и вернувшимися на Землю. Здоровью собак не был нанесен какой-либо существенный урон, и они прожили свой полный собачий век.

Этот эксперимент внес значительный вклад в науку, и проведенные исследования позволили сделать вывод о возможности совершения орбитального полета человеком. Данную теорию на себе опробовал летчик-испытатель Юрий Гагарин в 1961 году, в одночасье став героем Советского Союза и по совместительству самым знаменитым человеком на Земле.

**Луна и Венера**

В 1959 году советские ученые-исследователи произвели запуск беспилотного космического аппарата «Луна-1», который должен был добраться до поверхности Луны, произвести ряд научных опытов и оставить на спутнике символику СССР в подтверждении технического превосходства отечественной космонавтики. Однако из-за ошибок в конструкторских расчетах лунная станция не смогла исполнить свое предназначение. Она вышла не на лунную орбиту, а на гелиоцентрическую, непреднамеренно превратившись в первый рукотворный спутник Солнца.

Советские исследователи космоса охарактеризовали полет «Луны-1» как удавшийся частично, так как спутник смог передать на Землю пусть и не запланированную, но очень важную для развития космонавтики информацию.

В этом же году другой советский космический аппарат – «Луна-3» впервые в истории космических исследований сделал снимки поверхности невидимой с Земли обратной стороны Луны. Для достижения этой цели учеными Советского Союза была разработана инновационная технология, предполагающая разгон космического аппарата и совершение им маневра за счет силы гравитации небесного тела.

В 1961 году впервые с начала космических полетов советскими учеными был успешно осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-1», сумевшей приблизиться к планете на очень близкое расстояние (примерно 100 тыс. км). ЦУП успешно контролировал полет станции на протяжении семи дней, за которые ей удалось отдалиться от Земли на два миллиона километров, но затем связь с космическим аппаратом оборвалась. Однако он за время своего полета сумел передать на Землю важнейшие данные о солнечной активности и космических излучениях на таком удалении от родной планеты.

Полет «Венеры-1» специалисты считают важнейшим этапом в развитие советских космических исследований. Во время него была испытана новейшая для того времени система ориентации и управления искусственными космическими объектами, а также новая технология передачи данных.

***Контрольные вопросы:***

1. Какое первое живое существо было доставлено в космос?
2. В каком году был успешно осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-1»?
3. Какой космический аппарат впервые сделал снимки лунной поверхности?

***Домашнее задание:***

*Задание №29*. Подготовить реферат на тему «Космические аппараты «Луна-».

**Урок № 21**

Теоретический материал.

**Первый человек в космосе**

Первым человеком, побывавшим в открытом космосе, в 1965 году стал советский космонавт Алексей Леонов, который пробыл в безвоздушном пространстве 12 минут. Так как процедура выхода в открытое космическое пространство была основана только на гипотетических выкладках, выход космонавта не обошелся без эксцессов. Это был и бесконтрольный вращательный момент, и расширение скафандра из-за перепадов давления. Если от первой проблемы космонавта спас страховочный трос, то вторую ему пришлось решать, нарушая все инструкции по входу в шлюзовую камеру.

В 1970 году в СССР был осуществлен запуск аппарата «Венера-7», который стал первой межпланетной автоматической станцией, совершившей удачную посадку на другой планете. До орбиты Венеры станция добралась за 120 дней. При этом «Венера-7» оказалась первым космическим аппаратом, который после мягкой посадки смог передать на Землю необходимые данные. По результатам, полученным спускаемым модулем, были рассчитан температурный режим поверхности Венеры и диапазон перепада давления на ней.

В это же время в Советском Союзе были спроектированы первые в истории планетоходы, а именно – луноходы. «Луноход-1» был доставлен на поверхность Луны, где успешно провел анализ лунного грунта, рельефа поверхности и радиационной обстановки спутника Земли. Аппарат благополучно выполнял поставленные перед ним задачи в течение года.

Первая орбитальная научно-исследовательская космическая станция «Мир» также была детищем советских ученых. Она вышла на орбиту в начале 1986 года, и успешно функционировала 5 лет до распада Советского Союза, и еще 10 лет после.

Можно сказать, что советским ученым удалось построить настоящий космический дом. Только 17% всего времени своего существования орбитальная станция не была обитаема.

На станции было проведено множество экспериментов, сделана масса открытий, поставлено большое количество как личных, так и командных рекордов. Благодаря советским ученым, конструкторам, инженерам и космонавтам она стала легендой. Даже сегодня многие специалисты считают, что запуск и работа станции «Мир» были не просто очередными шагами в освоении космического пространства, а настоящим прорывом в этой области.

***Контрольные вопросы:***

1. Кто был первым человеком, который попал в открытый космос?
2. В каком году был успешно осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-7»?

***Задания:***

*Задание №30*:

1. Придумать и создать чертеж лунохода.

***Домашнее задание:***

*Задание №31*. Подготовить реферат на тему «Самое значимое событие в космонавтике в 21 веке».

**Тема: «Доказательство вращения Земли. Маятник Фуко»**

**Урок №22**

Теоретический материал.

Ярким **доказательством вращения Земли** вокруг своей оси явился опыт с *маятником французского физика Фуко* (длинный, гибкий подвес с тяжёлым грузом на конце), произведенный в 1851 году в Парижском Пантеоне.

Этот опыт основан на том, что, как известно из физики, маятник, выведенный из положения равновесия, будет совершать колебания всё время в одном и том же направлении до полной остановки. Иначе говоря, маятник обладает способностью сохранять плоскость своих колебаний неизменной.

**Прибор простой конструкции.**

Это свойство маятника наглядно доказывается при помощи **прибора простой конструкции**, который доступно сделать каждому. Для этого нужно взять гибкий прутик, согнуть его в дугу и прикрепить концами к какому-либо кружку диаметром, например, около 50 сантиметров. К верхней части дуги прикрепить нить с камешком и сообщить этому своеобразному маятнику колебание в некоторой плоскости. Легко поворачивая кружок, мы заметим, что маятник продолжает сохранять неизменным направление плоскости своего колебания.

**Наблюдение опыта Фуко**

При **наблюдении опыта Фуко** зрители легко могут убедиться в том, что *Земля действительно вращается вокруг оси*; с течением времени плоскость Земли, расположенная под маятником, поворачивается на некоторый угол от плоскости качания маятника, которая сохраняет и пространстве постоянное направление.

**Угол поворота Земли**

**Угол поворота Земли** относительно направления плоскости колебания маятника различен в зависимости от широты места, где этот опыт производится. На полюсе угол этого отклонения будет за каждый час составлять 15 градусов, на экваторе нуль, а в широтах нашей страны от 9 до 14 градусов. Чем длиннее маятник, тем более заметным становится отклонение плоскости Земли от плоскости его колебания. *Длина маятника Фуко 60 метров*. Маятник, подвешенный под куполом *Исаакиевского собора в Ленинграде*, имеет в длину 98 метров. Он непрерывно качается и каждым своим новым взмахом подтверждает вращение Земли.

***Контрольные вопросы:***

1. Что представляет собой маятник Фуко?
2. Как изготовить прибор простой конструкции?
3. Чему равен угол поворота Земли на экваторе?

***Домашнее задание:***

*Задание №32*. Создать пример маятника Фуко.

**Урок № 23**

Теоретический материал

**Следствия вращения Земли**

Доказано также, что **вследствие вращения Земли**:

* *Летящий снаряд* отклоняется вправо в северном полушарии и влево в южном.
* Если *реки текут* не строго в направлении земных параллелей, то у рек нашего, северного, полушария подмываются вследствие суточного вращения Земли правые берега, а у рек южного полушария – левые.
* *Предметы, падающие с большой высоты*, всегда «отклоняются» и притом непременно к востоку.

Это также доказывает, что *Земля вращается вокруг своей оси в направлении с запада на восток*. Тела, падающие с высоты, отклоняются несколько к востоку потому, что линейная скорость на вершине башни, например, всегда больше, чем у поверхности Земли, а падая, эти тела сохраняют скорость, полученную ими в начальной точке падения.

**Особенность вращения Земли**

Теперь мы твёрдо убеждены, что наша Земля вращается подобно детской игрушке – волчку. Только, конечно, нам известно, что Земля, в сущности, очень большое мировое (небесное) тело и не имеет материальной оси, подобно той, которая есть у волчка. Следует обратить внимание ещё на одну **особенность вращения Земли**. Как бы сильно мы волчок ни запускали, он рано или поздно перестанет вращаться и упадёт. Это происходит оттого, что движение волчка всё время тормозится [силой трения](https://libtime.ru/physicist/issledovanie-sily-treniya.html), действующей на нижний конец его оси о поверхность, на которой он вращается, и [сопротивлением воздуха при движении](https://libtime.ru/physicist/soprotivlenie-vozduha-pri-dvizhenii.html). Земля, как нам уже известно, не соприкасается ни с каким другим мировым телом. Она как будто бы свободно вращается в мировом пространстве, свободна от тормозящего действия трения и сопротивления воздуха. Она как бы «висит» в мировом пространстве. Поэтому Земля вращается всегда почти с одинаковой скоростью и всё в одном и том же направлении, с запада на восток. Иначе говоря, если смотреть на Северный полюс земного шара откуда-нибудь из мирового пространства, *Земля вращается в направлении, противоположном движению часовой стрелки*. В результате вращения Земли вокруг своей оси происходит смена дня и ночи. Это явление пытались объяснить еще ученые средневековья. *Полный оборот вокруг своей воображаемой оси Земля совершает в 24 часа* (точнее, в 23 часа 56 минут и 4 секунды). Этот промежуток времени мы и называем сутками (звёздными), которые приняты всеми народами за основную единицу измерения времени.

***Контрольные вопросы:***

1. В чем заключается особенность вращения Земли?
2. В каком направлении вращается Земля вокруг своей оси?
3. За какое время Земля совершает полный оборот вокруг своей оси?

***Домашнее задание:***

*Задание №33*. Продемонстрировать пример наблюдения опыта Фуко.

**Урок № 24**

Теоретический материал

В середине XIX века Жан Фуко изобрёл устройство, которое наглядно демонстрирует вращение Земли. Вначале учёный провёл эксперимент в узком кругу. Позже об этом опыте узнал **Луи Бонапарт**. В 1851 году будущий французский **император Наполеон III** предложил Фуко повторить эксперимент публично под куполом Пантеона в Париже.

Во время эксперимента Фуко взял груз весом 28 кг и подвесил его к вершине купола на проволоке длиной 67 м. На конце груза учёный закрепил металлическое острие. Маятник совершал колебания над круглым ограждением, по краю которого был насыпан песок. При каждом качании маятника острый стержень, закреплённый снизу груза, сбрасывал песок приблизительно в трёх милиметрах от предыдущего места. Примерно через два с половиной часа стало видно, что плоскость качания маятника поворачивается по часовой стрелке относительно пола. За час плоскость колебаний повернулась более чем на 11°, а примерно за 32 часа совершила полный оборот и вернулась в прежнее положение. Фуко таким образом доказал, что если бы поверхность Земли не вращалась, маятник Фуко не показывал бы изменения плоскости колебаний.

​За проведение этого опыта Фуко был удостоен Ордена Почётного легиона — высшей награды Франции. Маятник Фуко впоследствии получил распространение во многих странах. Существующие приборы в основном сконструированы по одному и тому же принципу и различаются между собой по техническим параметрам и дизайну площадок, на которых они установлены.

**Как может меняться плоскость вращения маятника?**

На плоскость вращения маятника влияет как географическая широта места, где он установлен, так и длина подвеса (длинные маятники вращаются быстрее).

Маятник, установленный на Северном или Южном полюсе, будет делать оборот за 24 часа. Маятник, установленный на экваторе, вообще не будет вращаться, плоскость останется неподвижной.

**Где можно увидеть маятник Фуко?**

В России на действующий маятник Фуко можно просмотреть в Московском планетарии, Сибирском федеральном университете, в атриуме 7-го этажа Фундаментальной библиотеки МГУ, Санкт-Петербургском и Волгоградском планетариях, в Приволжском федеральном университете в Казани.

До 1986 года маятник Фуко длиной 98 м можно было увидеть в Исаакиевском соборе в Санкт-Петербурге. Во время проведения экскурсии посетители собора могли наблюдать за экспериментом — плоскость вращения маятника поворачивалась, и стержень сбивал спичечный коробок на полу поодаль от плоскости вращения маятника.

Самый большой в СНГ и один из самых крупных маятников Фуко в Европе установлен в Киевском политехническом институте. Шар из бронзы весит 43 килограмма, а длина нити составляет 22 метра.

***Контрольные вопросы:***

1. Что наглядно демонстрирует маятник Фуко?
2. Опишите эксперимент Фуко.
3. Какую награду получил Фуко за проведение опыта?
4. Что влияет на плоскость вращения маятника?
5. Как будет вращаться маятник на экваторе?

***Задания:***

*Задание №34*:

1. Провести и записать в таблицу характеристики материалов, которые используются в маятнике Фуко.
2. Заменить материалы для маятника Фуко на отличные от них и провести сравнительный анализ оригинального маятника и созданного вами.

***Домашнее задание:***

*Задание №35*. Повторить опыт Фуко.

**Урок № 25**

**Теоретический материал**

Принцип работы маятника Фуко.

Маятник Фуко представляет собой массивный груз, подвешенный на проволоке или нити, верхний конец которой укреплён (например, с помощью карданного шарнира) так, что позволяет маятнику качаться в любой вертикальной плоскости. Опыт Фуко производился многих местах земного шара (в том числе и в южном полушарии, где плоскость качаний поворачивалась против часовой стрелки). Выяснилось, что при приближении к полюсу — северному или южному— угловая скорость поворота плоскости качаний увеличивается. Значит, плоскость качаний маятника на полюсе поворачивается относительно Земли с той же скоростью, что и Земля относительно системы отсчета Солнце — звезды, но в обратном направлении. Следовательно, плоскость качаний маятника неизменна в системе отсчета Солнце — звезды. Таким образом, в системе отсчета Солнце — звезды мы наблюдаем только такие ускорения груза маятника, которые сообщают ему другие тела. Это доказывает, что система отсчета Солнце— звезды является инерциальной. Одновременно это доказывает, что Земля — не инерциальная система отсчета, а система, вращающаяся относительно инерциальной с угловой скоростью. Теперь, исходя из того, что Земля — вращающаяся система отсчета, траектория груза маятника криволинейна, на него должны действовать силы, перпендикулярные к траектории. Кривизна траектории направлена то в одну, то в другую сторону в зависимости от того, куда движется маятник, вперед или назад. Значит, сила должна менять направление на противоположное при перемене направления движения груза. Эта сила — сила инерции Кориолиса, она направлена перпендикулярно к скорости движущегося тела и при перемене направления движения (качание вперед и назад) направление ее меняется на обратное. Сила Кориолиса (кориолисовая сила инерции) – сила, появляющаяся при движении тела относительно вращающейся системы отсчета. Названа по имени французского учёного Гюстава Гаспара Кориолиса, впервые описавшего её в статье, опубликованной в 1835 году. 𝐹𝑘 = −2𝑚[𝜔 × 𝜐], где m – масса груза, 𝜔 – угловая скорость вращения неинерциальной системы отсчета, 𝜐 – скорость движения рассматриваемой материальной точки в этой системе отсчёта. 5 Кроме опыта с маятником Фуко, на Земле наблюдаются еще и другие явления, также связанные с силой Кориолиса. На тела, движущиеся в северном полушарии с юга на север, действует сила Кориолиса, направленная на восток, т. е. вправо от направления движения, а на тела, движущиеся с севера на юг,— сила Кориолиса, направленная на запад, т. е. снова вправо от направления движения. Это приводит к тому, что у рек подмывается всегда правый берег в северном полушарии и левый – в южном. Эти же причины объясняют неодинаковый износ рельсов железнодорожных путей. Таким образом, подтверждается факт суточного вращения Земли. На Северном или Южном полюсе плоскость качаний маятника Фуко совершит поворот на 360° за звездные сутки. В пункте земной поверхности, географическая широта которого равна 𝜑, плоскость горизонта вращается вокруг вертикали с угловой скоростью (при условии идеальных условий): 𝜐 = 15 sin𝜑, где 15 – угловая скорость вращения Земли. В Южном полушарии вращение плоскости качаний будет наблюдаться в сторону, противоположную наблюдаемой в Северном полушарии.

Практическая часть.

1)Для демонстрации маятника Фуко нам понадобилось следующее оборудование: нить, грузик (массой 0.1 кг) и деревянный брусок. В ходе опыта мы подвесили нить с грузиком к линейке для того, чтобы дать маятнику возможность раскачиваться во всех направлениях, и подвесили всю установку к потолку для достижения наибольшей длины маятника. В первом случае, мы подвесили грузик на нить, равную 0.6 м. в ходе эксперимента маятник не изменил направления своего движения. Во втором случае, мы подвесили грузик на нить, равную 2, 8 м. Через некоторое время после начала эксперимента маятник начал изменять свое движение, вращаясь по часовой стрелке. В ходе эксперимента маятник сбил деревянный брусок, т.е. поменял направление своего движения. Данный эксперимент подтверждает наличие вращения Земли. При меньшей длине маятник не изменил своего направления, следовательно, мы можем сделать вывод, что поворот маятника зависит от длины подвеса. Это можно подтвердить аналитически: 𝜐 = 15[1 − ( ) 2 ] sin𝜑 ( маятник находится в неинерциальной системе отсчета, и сам маятник не является идеальным), где υ – скорость вращения плоскости маятника, 15— угловая скорость вращения Земли, a – амплитуда колебаний маятника, l – длина нити, φ – угол между осью вращения Земли и плоскостью колебаний маятника. Поэтому для демонстрации опыта Фуко применяют маятники с наибольшей длиной нити. По принципу маятника Фуко работает и следующая установка: К карандашу мы привязали маятник и заставили его качаться вдоль вертикальной полосы, при повороте карандаша маятник не изменил направления своего движения и по-прежнему качался вдоль полосы. Следовательно, маятник не изменяет плоскости своего качания при повороте карандаша. Карандаш в данном опыте играет роль Земли, при повороте Земли маятник не изменяет направления своего движения, но человеку, находящемуся на поверхности и поворачивающемуся вместе с Землей, кажется, что маятник качается в других плоскостях.

2)Определение зависимости величины поворота от длины маятника. Для определения зависимости нам понадобилось провести четыре опыта. Для опыта мы подвесили четыре маятника различных длин и измерили угол их поворота за количество времени, равное 10 минут.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что при увеличении длины подвеса, градусная мера угла, на который поворачивается маятник, увеличивается. На основе изученных теоретических материалов и проделанной работы, нам удалось продемонстрировать работу маятника Фуко. Более того, мы выявили зависимость угла поворота маятника от длины подвеса. Согласно нашим наблюдениям, увеличение угла поворота пропорционально увеличению длины подвеса. При недостаточной длине нити вращение маятника не происходит.

***Практическая часть (практическая работа №1).***

1)Для демонстрации маятника Фуко нам понадобится следующее оборудование: нить, грузик (массой 0.1 кг) и деревянный брусок. В ходе опыта мы подвесили нить с грузиком к линейке для того, чтобы дать маятнику возможность раскачиваться во всех направлениях, и подвесили всю установку к потолку для достижения наибольшей длины маятника. В первом случае, мы подвесили грузик на нить, равную 0.6 м. в ходе эксперимента маятник не изменил направления своего движения. Во втором случае, мы подвесили грузик на нить, равную 2, 8 м. Через некоторое время после начала эксперимента маятник начал изменять свое движение, вращаясь по часовой стрелке. В ходе эксперимента маятник сбил деревянный брусок, т.е. поменял направление своего движения. Данный эксперимент подтверждает наличие вращения Земли. При меньшей длине маятник не изменил своего направления, следовательно, мы можем сделать вывод, что поворот маятника зависит от длины подвеса. Это можно подтвердить аналитически: 𝜐 = 15[1 − (3 )/8 ( (a )/l ) 2 ] sin𝜑 ( маятник находится в неинерциальной системе отсчета, и сам маятник не является идеальным), где υ – скорость вращения плоскости маятника, 15— угловая скорость вращения Земли, a – амплитуда колебаний маятника, l – длина нити, φ – угол между осью вращения Земли и плоскостью колебаний маятника. Поэтому для демонстрации опыта Фуко применяют маятники с наибольшей длиной нити. По принципу маятника Фуко работает и следующая установка: К карандашу мы привязали маятник и заставили его качаться вдоль вертикальной полосы, при повороте карандаша маятник не изменил направления своего движения и по-прежнему качался вдоль полосы. Следовательно, маятник не изменяет плоскости своего качания при повороте карандаша. Карандаш в данном опыте играет роль Земли, при повороте Земли маятник не изменяет направления своего движения, но человеку, находящемуся на поверхности и поворачивающемуся вместе с Землей, кажется, что маятник качается в других плоскостях.

2)Определение зависимости величины поворота от длины маятника. Для определения зависимости нам понадобилось провести четыре опыта. Для опыта мы подвесили четыре маятника различных длин и измерили угол их поворота за количество времени, равное 10 минут.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что при увеличении длины подвеса, градусная мера угла, на который поворачивается маятник, увеличивается. На основе изученных теоретических материалов и проделанной работы, нам удалось продемонстрировать работу маятника Фуко. Более того, мы выявили зависимость угла поворота маятника от длины подвеса. Согласно нашим наблюдениям, увеличение угла поворота пропорционально увеличению длины подвеса. При недостаточной длине нити вращение маятника не происходит.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое сила Кориолиса?
2. Если нить коротка, будет ли происходить вращение маятника?

***Домашнее задание:***

*Задание №36*. Подготовить презентацию на тему «История создания маятника Фуко».

**Тема: «Расстояние в космосе»**

**Урок № 26**

Теоретический материал.

Космические просторы, как известно, довольно масштабны, а потому астрономы не используют для их измерения метрическую систему, привычную для нас. В случае с расстоянием до Луны (~384 000 км) километры еще могут быть применимы, однако если выразить в этих единицах расстояние до Плутона, то получится 4 250 000 000 км, что уже менее удобно для записи и вычислений. По этой причине у астрономов в ходу иные единицы измерения расстояния, о которых читайте ниже.

**Астрономическая единица**.

Наименьшей из таких единиц является астрономическая единица (а.е.). Исторически так сложилось, что одна астрономическая единица равняется радиусу орбиты Земли вокруг Солнца, иначе – среднее расстояние от поверхности нашей планеты до Солнца. Данный метод измерения был наиболее подходящим для изучения структуры Солнечной системы в XVII веке. Ее точное значение 149 597 870 700 метра. Сегодня астрономическая единица используется в расчетах с относительно малыми длинами. То есть при исследовании расстояний в пределах Солнечной системы или других планетных систем.

**Световой год**.

Несколько большей единицей измерения длины в астрономии является световой год. Он равен расстоянию, которое проходит свет в вакууме за один земной, юлианский год. Подразумевается также нулевое влияние гравитационных сил на его траекторию. Один световой год составляет около 9 460 730 472 580 км или 63 241 а.е. Данная единица измерения длины используется лишь в научно-популярной литературе по той причине, что световой год позволяет читателю получить примерное представление о расстояниях в галактическом масштабе. Однако из-за своей неточности и неудобности световой год практически не используется в научных работах.

**Парсек**.

Наиболее практичной и удобной для астрономических вычислений является такая единица измерения расстояния как парсек. Чтобы понять ее физический смысл, следует рассмотреть такое явление как параллакс. Его суть состоит в том, что при движении наблюдателя относительно двух отдаленных друг от друга тел, видимое расстояние между этими телами также меняется. В случае со звездами происходит следующее. При движении Земли по своей орбите вокруг Солнца визуальное положение близких к нам звезд несколько меняется, в то время как дальние звезды, выступающие в роли фона, остаются на тех же местах. Изменение положения звезды при смещении Земли на один радиус ее орбиты, называется годичный параллакс, который измеряется в угловых секундах.  
Тогда один парсек равен расстоянию до звезды, годичный параллакс которой равен одной угловой секунде – единице измерения угла в астрономии. Отсюда и название «парсек», совмещенное из двух слов: «параллакс» и «секунда». Точное значение парсека равняется 3,0856776·1016 метра или 3,2616 светового года. 1 парсек равен примерно 206 264,8 а. е.

**Метод лазерной локации и радиолокации.**

Эти два современных метода служат для определения точного расстояния до объекта в пределах Солнечной системы. Он производится следующим образом. При помощи мощного радиопередатчика посылается направленный радиосигнал в сторону предмета наблюдения. После чего тело отбивает полученный сигнал и возвращает на Землю. Время, потраченное сигналом на преодоление пути, определяет расстояние до объекта. Точность радиолокации – всего несколько километров. В случае с лазерной локацией, вместо радиосигнала лазером посылается световой луч, который позволяет аналогичными расчетами определить расстояние до объекта. Точность лазерной локации достигается вплоть до долей сантиметра.

***Контрольные вопросы:***

1. Чему равна астрономическая единица?
2. Что такое парсек?
3. В чем заключается метод лазерной локации и радиолокации?

***Домашнее задание:***

*Задание №37*. Подготовить реферат на тему «Метод лазерной локации и радиолокации для расчёта расстояний до удаленных космических объектов».

**Урок № 27**

Теоретический материал.

**Метод тригонометрического параллакса**.

Наиболее простым методом измерения расстояния до удаленных космических объектов является метод тригонометрического параллакса. Он основывается на школьной геометрии и состоит в следующем. Проведем отрезок (базис) между двумя точками на земной поверхности. Выберем на небосводе объект, расстояние до которого мы намерены измерить, и определим его как вершину получившегося треугольника. Далее измеряем углы между базисом и прямыми, проведенными от выбранных точек до тела на небосводе. А зная сторону и два прилежащих к ней угла треугольника, можно найти и все другие его элементы.

Величина выбранного базиса определяет точность измерения. Ведь если звезда расположена на очень большом расстоянии от нас, то измеряемые углы будут почти перпендикулярны базису и погрешность в их измерении может значительно повлиять на точность посчитанного расстояния до объекта. Поэтому следует выбирать в качестве базиса максимально отдаленные точки на Земле. Изначально в роли базиса выступал радиус Земли. То есть наблюдатели располагались в разных точках земного шара и измеряли упомянутые углы, а угол, расположенный напротив базиса назывался горизонтальным параллаксом. Однако позже в качестве базиса стали брать большее расстояние – средний радиус орбиты Земли (астрономическая единица), что позволило измерять расстояние до более отдаленных объектов. В таком случае, угол, лежащий напротив базиса, называется годичным параллаксом.

Данный метод не очень практичен для исследований с Земли по той причине, что из-за помех земной атмосферы, определить годичный параллакс объектов, расположенных более чем на расстоянии в 100 парсек – не удается.

Однако в 1989 год Европейским космическим агентством был запущен космический телескоп Hipparcos, который позволил определить звезды на расстоянии до 1000 парсек. В результате полученных данных ученые смогли составить трехмерную карту распределения этих звезд вокруг Солнца. В 2013 году ЕКА запустило следующий спутник – Gaia, точность измерения которого в 100 раз лучше, что позволяет наблюдать все звезды Млечного Пути. Если бы человеческие глаза обладали точностью телескопа Gaia, то мы имели бы возможность видеть диаметр человеческого волоса с расстояния 2 000 км.

**Метод стандартных свечей**.

Для определения расстояний до звезд в других галактиках и расстояний до самих этих галактик используется метод стандартных свечей. Как известно, чем дальше от наблюдателя расположен источник света, тем более тусклым он кажется наблюдателю. Т.е. освещенность лампочки на расстоянии 2 м будет в 4 раза меньше, чем на расстоянии 1 метр. Это и есть принцип, по которому измеряется расстояние до объектов методом стандартных свечей. Таким образом, проводя аналогию между лампочкой и звездой, можно сравнивать расстояния до источников света с известными мощностями.

В качестве стандартных свечей в астрономии выступают объекты, светимость (аналог мощности источника) которых известна. Это может быть любого рода звезда. Для определения ее светимости астрономы измеряют температуру поверхности, опираясь на частоту ее электромагнитного излучения. После чего, зная температуру, позволяющую определить спектральный класс звезды, выясняют ее светимость при помощи диаграммы Герцшпрунга-Рассела. Затем, имея значения светимости и измерив яркость (видимую величину) звезды, можно посчитать расстояние до нее. Такая стандартная свеча позволяет получить общее представление о расстоянии до галактики, в которой она находится.

Однако данный метод достаточно трудоемкий и не отличается высокой точностью. Поэтому астрономам удобнее использовать в качестве стандартных свечей космические тела с уникальными особенностями, для которых светимость известна изначально.

***Контрольные вопросы:***

1. В чем заключается метод тригонометрического параллакса?
2. В чем заключается метод стандартных вещей?
3. Что используют астрономы в качестве стандартных вещей?

***Домашнее задание:***

*Задание №38*. Подготовить презентацию на тему «Метод тригонометрического параллакса для расчёта расстояний до удаленных космических объектов».

**Урок №28**

Теоретический материал.

**Уникальные стандартные свечи.**

Цефеиды – наиболее используемые стандартные свечи, представляющие собой переменные пульсирующие звезды. Изучив физические особенности этих объектов, астрономы узнали, что цефеиды обладают дополнительной характеристикой – периодом пульсации, который легко можно измерить и который соответствует определенной светимости.

В результате наблюдений ученым удается измерить яркость и период пульсации таких переменных звезд, а значит и светимость, что позволяет высчитать расстояние до них. Нахождение цефеиды в иной галактике дает возможность относительно точно и просто определить расстояние до самой галактики. Поэтому данный тип звезд часто именуется «маяками Вселенной».

Несмотря на то, что метод цефеид является наиболее точным на расстояниях до 10 000 000 пк, его погрешность может достигать 30%. Для повышения точности потребуется как можно больше цефеид в одной галактике, но и в таком случае погрешность сводится не менее чем к 10%. Причиной тому служит неточность зависимости период-светимость.

Кроме цефеид в качестве стандартных свечей могут использоваться и другие переменные звезды с известными зависимостями период-светимость, а также для наибольших расстояний — сверхновые с известной светимостью. Близким по точности к методу цефеид является метод, с красными гигантами в роли стандартных свеч. Как выяснилось, ярчайшие красные гиганты имеют абсолютную звездную величину в достаточно узком диапазоне, которая позволяет посчитать светимость.

**Расстояния в цифрах**.

Расстояния в Солнечной системе: 1 а.е. от Земли до Солнца = 500 св. секунд или 8,3 св. минуты 30 а. е. от Солнца до Нептуна = 4,15 световых часа  
132 а.е. от Солнца – таково расстояние до космического аппарата «Вояджер-1», было отмечено 28 июля 2015 года. Данный объект является самым отдаленным из тех, что были сконструированы человеком. Расстояния в Млечном Пути и за его пределами: 1,3 парсека (268144 а.е. или 4,24 св. года) от Солнца до Проксима Центавра – ближайшей к нам звезды 8 000 парсек (26 тыс. св. лет) – расстояние от Солнца до центра Млечного Пути 30 000 парсек (97 тыс. св. лет) – примерный диаметр Млечного Пути  
770 000 парсек (2,5 млн. св. лет) – расстояние до ближайшей большой галактики – туманность Андромеды 300 000 000 пк — масштабы в которых Вселенная практически однородна 4 000 000 000 пк (4 гигапарсек) – край наблюдаемой Вселенной. Это расстояние прошел свет, регистрируемый на Земле. Сегодня объекты, излучившие его, с учетом расширения Вселенной, расположены на расстоянии 14 гигапарсек (45,6 млрд. световых лет).

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое цефеиды?
2. На каком расстоянии цефеид является более точным?
3. Что еще могут использовать астрономы в качестве стандартных вещей?
4. Какое расстояние до Проксима Центавра?
5. Чему равно расстояние от Земли до Солнца?
6. Чему равен диаметр Млечного пути?

***Задания:***

*Задание №39*:

* 1. Через какой промежуток времени повторяются моменты максимальной удаленности Венеры от Земли, если ее звездный период равен 224,70 сут?
  2. Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет около 12 лет. Каково среднее расстояние Юпитера от Солнца?
  3. Определите расстояние от Земли до Марса в момент его противостояния, когда его горизонтальный параллакс равен 18².

***Домашнее задание:***

*Задание №40*. Рассчитать расстояния до звезды Проксима Центавра. Рассчитать пространственные скорости до Млечного пути.

**Урок №29**

**Теоретический материал**

Звезда – это пространственно обособленный, гравитационно связанный, непрозрачный для излучения космический объект, в котором в значительных масштабах происходили, происходят или будут происходить термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Планета – небесное тело, обращающееся вокруг звезды или остатка звезды, достаточно массивное, чтобы приобрести сферическую форму под действием собственной гравитации, и своим воздействием удалившее малые тела с орбиты, близкой к собственной, но при этом в ее недрах не происходят и никогда не происходили реакции термоядерного синтеза. Годичным параллаксом звезды p называется угол, под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты (равную 1 а.е.), перпендикулярную направлению на звезду (рис. 5.13). Расстояние до звезды: 𝐷 = 𝑎 𝑠𝑖𝑛 𝑝 = 206 265 ᷉ 𝑝 = 270 000 а. е. Парсек – это такое расстояние, на котором параллакс звезд равен 1 ᷉. Отсюда и название этой единицы: пар – от слова «параллакс», сек – от слова «секунда». Расстояние в парсеках равно обратной величине годичного параллакса. Например, поскольку параллакс a Центавра равен 0,75 ᷉, расстояние до нее равно 1,3 парсека. Световой год – это такое расстояние, которое свет, распространяясь со скоростью 300 тыс. км/с, проходит за год. От ближайшей звезды свет идет до Земли свыше четырех лет, тогда как от Солнца около восьми минут, а от Луны немногим более одной секунды. 1 пк (парсек) = 3,26 светового года = 206 265 а.е. = 3 ∗ 1013 км. К настоящему времени с помощью специального спутника «Гиппаркос» измерены годичные параллаксы более 118 тыс. звезд с точностью 0,001 ᷉. Таким образом, теперь измерением годичного параллакса можно надежно определить расстояния до звезд, удаленных от нас на 1000 пк, или 3000 св. лет. Расстояния до более далеких звезд определяются другими методами.

Практическая часть (практическая работа №1)

Задание: Решить задачи

Задача№1: Параллакс звезды 61 Лебедя равен 0,29» . Чему равно расстояние до нее в световых годах?

Задача№2: Во сколько раз звезда Арктур ближе звезды Денеб, если параллаксы их соответственно равны 𝑝1= 0,089 ᷉и 𝑝2= 0,023 ᷉?

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое Звезда?
2. Чему равен световой год?

***Домашнее задание:***

*Задание №41*. Расписать в тетради полное решение задач на нахождение расстояния до звезд Арктур, Денеб и Лебедя.

**Тема: «Движение небесных тел»**

**Урок № 30**

Теоретический материал.

  Все космогонические гипотезы можно разделить на несколько групп. Согласно одной из них Солнце и все тела Солнечной системы: планеты, спутники, астероиды, кометы и метеорные тела - образовались из единого газовопылевого, или пылевого облака. Согласно второй Солнце и его семейство имеют различное происхождение, так что Солнце образовалось из одного газовопылевого облака (туманности, глобулы), а остальные небесные тела Солнечной системы - из другого облака, которое было захвачено каким-то, не совсем понятным, образом Солнцем на свою орбиту и разделилось каким-то, еще более непонятным образом на множество самых различных тел (планет, их спутников, астероидов, комет и метеорных тел), имеющих самые различные характеристики: массу, плотность, эксцентриситет, направление обращения по орбите и направление вращения вокруг своей оси, наклонение орбиты к плоскости экватора Солнца (или эклиптики) и наклон плоскости экватора к плоскости своей орбиты.

 Девять больших планет обращаются вокруг Солнца по эллипсам (мало отличающимся от окружностей) почти в одной плоскости. В порядке удаления от Солнца - это *Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон*. Кроме них в Солнечной системе множество малых планет (астероидов), большинство которых движется между орбитами Марса и Юпитера. Пространство между планетами заполнено крайне разреженным газом и космической пылью. Его пронизывают электромагнитные излучения.

*Солнце в 109 раз больше Земли по диаметру и примерно в 333 000 раз массивнее Земли*. Масса всех планет составляет всего лишь около 0,1% от массы Солнца, поэтому оно силой своего притяжения управляет движением всех членов Солнечной системы.

***Контрольные вопросы:***

1. Из чего образовалось Солнце, согласно второй космогонической гипотезы?
2. По какой траектории большие планеты обращаются вокруг Солнца?
3. Чем заполнено межпланетное пространство?

***Домашнее задание:***

*Задание №42*. Подготовить реферат на тему «Движение объектов солнечной системы».

**Урок № 31**

Теоретический материал

**Конфигурация и условия видимости планет**.

Конфигурациями планет называют некоторые характернее взаимные расположения планет, Земли и Солнца.

Условия видимости планет с Земли резко различаются для планет внутренних (Венера и Меркурий), орбиты которых лежат внутри земной орбиты, и для планет внешних (все остальные).

 Внутренняя планета может оказаться между Землей и Солнцем или за Солнцем. В таких положениях планета невидима, так как теряется в лучах Солнца. Эти положения называются соединениями планеты с Солнцем. В нижнем соединении планета ближе всего к Земле, а в верхнем соединении она от нас дальше всего.

**Синодические периоды обращения планет и их связь с сидерическими периодам.**

Период обращения планет вокруг Солнца по отношению к звездам называется звездным или сидерическим периодом.

Чем ближе планета к Солнцу, тем больше ее линейная и угловая скорости и короче звездный период обращения вокруг Солнца.

Однако из непосредственных наблюдений определяют не сидерический период обращения планеты, а промежуток времени, протекающий между ее двумя последовательными одноименными конфигурациями, например между двумя последовательными соединениями (противостояниями). Этот период называется синодическим периодом обращения. Определив из наблюдений синодические периоды, путем вычислений находят звездные периоды обращения планет.

 Синодический период внешней планеты - это промежуток времени, по истечении которого Земля обгоняет планету на 360° при их движении вокруг Солнца.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое сидерический период?
2. Что называют конфигурациями планет?
3. Что такое звездный период?

***Домашнее задание:***

*Задание №43*. Подготовить презентацию на тему «**Конфигурация и условия видимости планет**».

**Урок № 32**

Теоретический материал

**Законы Кеплера**.

 Заслуга открытия законов движения планет принадлежит выдающемуся немецкому ученому *Иоганну Кеплеру* (1571 -1630). В начале XVII в. Кеплер, изучая обращение Марса вокруг Солнца, установил три закона движения планет.

***Первый закон Кеплера***. Каждая планета обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

***Второй закон Кеплера*** (закон площадей). Радиус-вектор планеты за одинаковые промежутки времени описывает равные площади.

***Третий закон Кеплера***. Квадраты звездных периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

Среднее расстояние всех планет от Солнца в астрономических единицах можно вычислить, используя третий закон Кеплера. Определив среднее расстояние Земли от Солнца (т. е. значение 1 а.е.) в километрах, можно найти в этих единицах расстояния до всех планет Солнечной системы. Большая полуось земной орбиты принята за астрономическую единицу расстояний (https://ykl-shk.azureedge.net/goods/ymk/astronom/work1/theory/a+.gif=1 a.e.)

 Классическим способом определения расстояний был и остается угломерный геометрический способ. Им определяют расстояния и до далеких звезд, к которым метод радиолокации неприменим. Геометрический способ основан на явлении *параллактического смещения*.

*Параллактическим смещением называется изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя*.

**Размер и форма Земли**.

На фотоснимках, сделанных из космоса, Земля выглядит как шар, освещенный Солнцем. Точный ответ о форме и размере Земли дают *градусные измерения*, т. е. измерения в километрах длины дуги в 1° в разных местах на поверхности Земли. Градусные измерения показали, что длина 1° дуги меридиана в километрах в полярной области наибольшая (111,7 км), а на экваторе наименьшая (110,6 км). Следовательно, на экваторе кривизна поверхности Земли больше, чем у полюсов, а это говорит о том, что Земля не является шаром. Экваториальный радиус Земли больше полярного на 21,4 км. Поэтому Земля (как и другие планеты) вследствие вращения сжата у полюсов.

 Шар, равновеликий нашей планете, имеет радиус, равный 6370 км. Это значение принято считать радиусом Земли.

 Угол, под которым со светила виден радиус Земли, перпендикулярный к лучу зрения, называется горизонтальным параллаксом.

**Масса и плотность Земли.**

 Закон всемирного тяготения позволяет определить одну из важнейших характеристик небесных тел - массу, в частности массу нашей планеты. Действительно, исходя из закона всемирного тяготения, ускорение свободного падения g=(G\*M)/r2. Следовательно, если известны значения ускорения свободного падения, гравитационной постоянной и радиуса Земли, то можно определить ее массу.

Подставив в указанную формулу значение g = 9,8 м/с2, G =6,67 \* 10-11 Н \* м2/кг2, R =6370 км, найдем, что масса Земли М=6 x 1024 кг. Зная массу и объем Земли, можно вычислить ее среднюю плотность

***Контрольные вопросы:***

1. О чем гласит первый закон Кеплера?
2. О чем гласит второй и третий законы Кеплера?
3. С помощью какого закона Кеплера можно рассчитать среднее расстояние всех планет от Солнца в астрономических единицах?
4. Что такое параллактическое смещение?

***Задания:***

*Задание №44*:

1. Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет около 12 лет. Каково среднее расстояние Юпитера от Солнца?
2. Определите афелийное расстояние астероида Минск, если большая полуось его орбиты а=2,88 а. е., а эксцентриситете =0,24.

***Домашнее задание:***

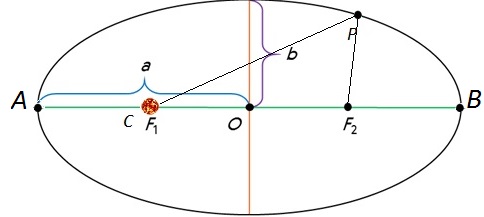
*Задание №44*. Рассчитать среднее расстояние от планеты Земля до Солнца.

**Урок № 33**

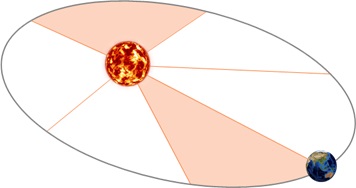
**Теоретический материал**

При решении задач неизвестное движение сравнивается с уже известным путём применения законов Кеплера и формул синодического периода обращения.

**Первый закон Кеплера.** Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.



**Второй закон Кеплера**. Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади.



**Третий закон Кеплера**. Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

Третий закон Кеплера

Для определения масс небесных тел применяют ***обобщённый третий закон Кеплера*** с учётом сил всемирного тяготения:

Обобщённый третий закон Кеплера,

где М1 и М2 -массы каких-либо небесных тел, а m1 и m2 - соответственно массы их спутников.

Обобщённый третий закон  Кеплера применим и к другим системам, например, к движению планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты. Для этого сравнивают движение Луны вокруг Земли с движением спутника вокруг той планеты, массу которой определяют, и при этом массами спутников в сравнении с массой центрального тела пренебрегают. При этом в исходной формуле индекс надо отнести к движению Луны вокруг Земли массой , а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой . Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

Обобщённый третий закон Кеплера,

где Тл и αл- период и большая полуось орбиты спутника планеты , М⊕ -масса Земли.

Формулы, определяющие соотношение между сидерическим (звёздным) Т и синодическим периодами S планеты и периодом обращения Земли , выраженными в годах или сутках,

а) для внешней планеты формула имеет вид:

http://infofiz.ru/images/astron/lk/pr2/pr2-3.jpg

б) для внутренней планеты:

http://infofiz.ru/images/astron/lk/pr2/pr2-4.jpg

**Практическая часть (практическая работа №3)**

**Задание:** Решить задачи.

**Задача 1.** За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

**Задача 2.** Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

**Задача 3.** Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

**Задача 4.** Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км. для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

***Контрольные вопросы:***

1. Какие измерения дают точный ответ о форме и размере Земли?
2. Чему равна масса и плотность Земли?

***Домашнее задание:***

*Задание №45*. Расписать в тетради полное решение практических задач. Сделать макет движения двух любых объектов солнечной системы.

**Тема: «Закон всемирного тяготения»**

**Урок № 34**

Теоретический материал.

Тяготение – привычное явление для каждого живого существа на Земле, на первый взгляд, не требующее объяснений. Описывает это явление закон всемирного тяготения. Однако стоит углубиться в данную тему чуть больше, так сразу возникает ряд вопросов, для ответа на которые потребуются постулаты классической механики Ньютона, а также теории относительности и базирующейся на ней теории квантовой гравитации.

**Что такое всемирное тяготение?**

Земля — это большой магнит, который притягивает к себе всё, что находится рядом: и карандаш, случайно выскользнувший из пальцев рук, и астероид, пролетающий мимо. С начала развития науки учёные давали своё видение и определение явлению всемирного тяготения, но только в 1687 году в фундаментальной работе Исаака Ньютона «Математические начала натуральной философии» было доказано его существование и воздействие на окружающие объекты.

Основываясь на известные к тому времени эмпирические соотношения Иоганна Кеплера, описывающие гелиоцентрическую картину мира, Ньютон определил закон, согласно которому все тела притягиваются друг к другу.

Причём сила взаимодействия растёт с увеличением массы и в то же время связана с расстоянием между объектами обратной квадратичной зависимостью, т.е.:

F = G∙(m1∙m2/ r2)

Несмотря на то, что объектами относительно небольшой массы данное явление практически не воспринимается, именно гравитация управляет движением астрономических тел, а формулировка закона позволяет объяснить, почему планеты движутся вокруг Солнца, а Луна – вокруг Земли.

**Природа силы всемирного тяготения.**

Если важная роль гравитации в работе Вселенной понятна и неоспорима, то дать чёткий ответ на вопрос, откуда эта сила появляется, гораздо сложнее. В первой половине XX века Альберт Эйнштейн предложил специальную и общую теории относительности, в которых раскрыл своё видение природы всемирного тяготения. Согласно учёному, пространство и время представляют собой пространственно-временной континуум – четырёхмерное пространство, одно из измерений которого – время. Но так как люди воспринимают окружающее их пространство и течение времени в отдельности друг от друга, то они видят лишь проекцию континуума. Эйнштейн предположил, что гравитация возникает вследствие того, что тела, обладающие массой, вызывают деформацию пространства при проецировании на него четырёхмерного континуума.

Более понятной идея учёного будет выглядеть, если проиллюстрировать её с помощью двух шаров разной массы и обычного листа бумаги. Допустим, что лист держат за края в горизонтальном положении, а в его центр помещают один из шаров, более тяжёлый. Естественно, бумага прогнётся. Покатив по прямой линии лёгкий шарик, наблюдатель обнаружит, что его траектория является дугообразной, стремящейся к первому, более тяжёлому шару. Причём, с позиции шара меньшей массы, его движение продолжает быть прямолинейным. В этой иллюстрации и заключено упрощённое видение возникновения гравитации как явления.

**История открытия закона всемирного тяготения.**

Существует легенда, согласно которой Ньютон, прогуливаясь по саду и наблюдая за луной, увидел, как падает на землю яблоко (в другой версии, это яблоко упало на голову учёного). В этот же момент он подумал, что, есть вероятность, что одна и та же сила удерживает спутник на небе и заставляет фрукты падать с веток деревьев. Эта догадка и послужила началом работы над законом притяжения.

Сегодня историки сомневаются в этом мифе, что вполне объяснимо, однако главным фактом в истории остаётся то, что Ньютон был первым учёным, который осознал, что тела на Земле и в космосе испытывают на себе воздействие одной и той же силы. До этого момента люди делили гравитацию на два типа: первый отвечал за земное, несовершенное взаимодействие, второй – за небесное, заставляющее планеты двигаться по круговым, совершенным, траекториям.

Ньютон математически связал гравитацию и соотношения движения планет, выведенные Кеплером, прекращая тем самым ложное разделение физических устоев Земли и остальной Вселенной.

Интересный факт: существует мнение, что Ньютон вывел закон всемирного тяготения гораздо раньше публикации «Начал». Однако известное на тот момент расстояние от Земли до Луны не подтверждало его теорию, но как только цифры были уточнены и исправлены, всё подтвердилось.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое всемирное тяготение?
2. Кто открыл закон всемирного тяготения?
3. Напишите формулу закона всемирного тяготения.

***Домашнее задание:***

*Задание №46*. Написать реферат на тему «История открытия всемирного тяготения».

**Урок № 35**

Теоретический материал

**Вывод закона всемирного тяготения.**

Исаак Ньютон описал свою математическую модель гравитационного воздействия, рассматривая движение Луны вокруг Земли.

Известно, что радиус Земли составляет RЗ = 6370 километров, а всякий объект на её поверхности, обладает ускорением свободного падения g = 9,81 м/с2.

Интересный факт: учёными выявлена зависимость g от широты: на экваторе значение меньше принятого – 9,79 м/с2, а на полюсах достигает 9,83 м/с2.

**Притяжение Земли и Луны.**

Известно, что Луна вращается вокруг Земли, двигаясь по круговой орбите радиусом RЛ = 384000 километров, период обращения при этом равен T = 27,3 суток. Для того чтобы численно прикинуть, насколько орбита Луны больше радиуса Земли, требуется разделить имеющиеся величины друг на друга, то есть:

RЛ / RЗ= 384000 / 6370 ≈ 60.

По полученным результатам очевидно, что путь от планеты до спутника включает в себя 60 радиусов Земли.

**Ускорение в формуле всемирного тяготения.**

Луна притягивается к ней с ускорением, которое называют центростремительным. Известно, что центростремительное ускорение находят по формуле:

a = ω2∙R,

где ω – угловая скорость движения;

R – радиус окружности, по которой происходит движение.

Угловая скорость ω и период обращения Т связаны между собой соотношением:

ω = 2π / T.

Подставляя это равенство в формулу ускорения и преобразуя её путём подстановки индексов к некоторым величинам, получаем:

aЛ = (2π/T)2∙ RЛ,

где aЛ– ускорение Луны;

RЛ – орбита Луны или расстояние от неё до Земли.

Перед тем, как получить численное значение искомого ускорения, требуется перевести размерности всех компонентов в соответствии с Международной системой единиц (СИ):

* период Т = 27,3 суток = 655,2 часа = 39312 минут = 2358720 секунд;
* расстояние R = 384000 километров = 384 ∙106 метров.

Таким образом, спутник движется с ускорением:

aЛ = (2∙3,14 / 2358720)2∙ 384 ∙106 = 2,72∙10-3 м/с2.

Сравнивая полученную величину со значением g, получаем:

g/ aЛ= 9,81 / 2,72∙10-3 ≈ 3600 = 602.

То есть ускорение, получаемое на орбите Луны, в 602 раз меньше ускорения, которое приобретается на поверхности Земли, при этом спутник находится в 60 раз дальше, то есть напрашивается предположение, согласно которому ускорение обратно пропорционально значению расстояния, возведённому в квадрат:

aЛ~ 1/ (RЛ)2.

Второй и третий законы Ньютона в выводе формулы тяготения

[Второй закон Ньютона](https://zakon-tyagoteniya.ru/vtoroy-zakon-nyutona) утверждает, что ускорение a, которое получает тело, прямо пропорционально зависит от равнодействующей сил F, которые приложены к этому телу, и находится в обратной зависимости от его массы m:

a= F / m.

Исходя из этого, напрашивается утверждение, что характер приращения силы идентичен характеру приращения ускорения, то есть:

F ~ a.

А так как уже было выдвинуто предположение, что ускорение имеет обратно пропорциональную зависимость от квадрата расстояния, то у силы, действующей на тело, такой же характер, то есть:

F~ 1/ (RЛ)2.

В это же время известно, что по третьему закону Ньютона взаимодействие тел между собой становится причиной возникновения сил, направленных в противоположные стороны, но одинаковых по модулю:

где F12 – сила, с которой первое тело воздействует на второе;

F21 – сила, действия второго тела на первое.

Таким образом, не только Земля притягивает к себе свой спутник, но и наоборот. А так как по второму закону Ньютона приращение силы прямо зависит не только от приращения ускорения, но и массы, то можно утверждать, что притяжение между Луной и Землёй соответствует записи:

F ~ mЛ∙mЗ,

где mЛ– масса Луны;

mЗ – масса Земли.

Знак умножения здесь получен в результате конъюнкции – логической операции, синонимами которой являются «логическое умножение» и «И» (потому что на притяжение влияет и масса Луны, и масса Земли).

Формула всемирного тяготения

Суммируя полученные вычисления и предположения, можно вывести запись:

F ~ mЛ∙mЗ/ (RЛ)2.

Но так как данное соотношение действует не только на нашу планету и её спутник, а на все объекты, то полученный вид следует слегка преобразовать:

F ~ m1∙m2/ R2,

где F – сила притяжения, возникающая при взаимодействии двух тел;

m1,2 – масса первого и второго тела;

R – расстояние.

Для того чтобы пропорциональность стала равенством, требуется специальный коэффициент G, называемый гравитационной постоянной. После его введения итог совершённых преобразований получает название формулы закона всемирного тяготения:

F = G∙(m1∙m2/ R2)

В чём измеряется сила притяжения

В СИ размерность любой силы — это ньютоны (Н), следовательно, сила притяжения измеряется в тех же величинах. Ньютоны считаются производными единицами, которые формируются установленными основными. Таким образом, ньютон это отношение килограмма (кг) к отношению метра (м) на секунду в квадрате (с2), то есть Н = кг / (м/с2) .

До 1960 года (дата принятия СИ) использовали СГС (сантиметр-грамм-секунда или абсолютная физическая система единиц), а сила имела размерность дины. По определению 1 дина = 1 г/ (см/с2), следовательно, ньютоны и дины отличаются на пять порядков, то есть: 1 Н = 105 дин.

***Контрольные вопросы:***

1. Какую роль играет ускорение в формуле всемирного тяготения?
2. Чему равен радиус Земли?
3. Чему равен путь от планеты до спутника?
4. Какую размерность имела сила до 1960 года?

***Домашнее задание:***

*Задание №47*. Выведите формулу всемирного тяготения.

**Урок № 36**

Теоретический материал

**Гравитационная постоянная.**

Значение постоянной G приравнивается силе притяжения двух точечных тел, обладающих массой один килограмм и расположенных в одном метре. Согласно СИ,

G = 6,67∙10-11Н∙м²·кг−2.

Интересный факт: значение коэффициента пропорциональности было определено Генри Кавендишем только в 1798 году, спустя 111 лет после опубликования труда Ньютона.

**Опыт Кавендиша**.

Чтобы определить гравитационную постоянную, был проведён эксперимент, где главную роль играли крутильные весы – устройства, представляющего собой прочную стальную проволоку, на которой расположено горизонтальное коромысло, утяжелённое по краям двумя одинаковыми шарами из свинца. Масса каждого составляла 730 грамм.

В ходе эксперимента Кавендиш приближал к маленьким шарикам большие, весом 158 килограмм, подвешенные также на коромысле. При подведении тяжёлых шаров возникала сила взаимного притяжения, поворачивающая коромысло и закручивающая проволоку, что вызывало появление силы упругости, противодействующей притяжению шаров. В определённый момент сила гравитационного взаимодействия уравновешивалась с силой упругости закрученной проволоки. Регистрируя оптическими устройствами отклонения шаров и сравнивая силы, действующие на систему, Кавендиш вычислил значение коэффициента.

**В каких случаях справедлив закон всемирного тяготения?**

Выявленная Ньютоном зависимость имеет ограничения в области применения. Так, закон справедлив только в случаях, когда:

1. тела можно принять материальными точками, то есть их размеры настолько малы по отношению к расстоянию, что ими можно пренебречь;
2. тела обладают сферической формой, что свидетельствует об однородном распределении массы внутри них;
3. одно из тел – шар большого диаметра, а второе имеет несопоставимо маленькие размеры.

Соотношение неприменимо, если требуется описать взаимодействие шара и стержня бесконечной длины. В этом случае сила притяжения будет пропорциональна не квадрату расстоянию, а его модулю. А если существует потребность определить тяготение между бесконечной плоскостью и телом, расстояние вообще не будет иметь влияния.

Применение закона всемирного тяготения

Закон всемирного тяготения – это фундаментальный закон механики, после формулировки которого стало возможно объяснение и предсказание множества природных явлений. К ним относятся:

* приливы и отливы;
* точное время и место лунных и солнечных затмений;
* масса Солнца и других астрономических тел;
* орбиты движения планет и их спутников.

Открытие планет с использованием закона всемирного тяготения

После открытия явления притяжения астрономы и физики могли, опираясь на закон Ньютона и соотношения Кеплера, определять траектории движения наблюдаемых планет Солнечной системы и указывать их координаты в любой момент времени, причём правильность вычислений подтверждалась эмпирически – результатами астрономических наблюдений.

В 1781 году Уильямом Гершелем была открыта седьмая планета Солнечной системы – Уран. Следуя отработанному алгоритму, астроном рассчитал траекторию своего открытия и его орбиту, однако в первой половине XIX века учёные обнаружили несоответствие вычисленных и реальных координат. Возникло предположение, что, помимо Солнца и шести других планет, на Уран воздействует ещё одна планета, находящаяся за ним.

В 1846 году ночью 23 сентября на основании теоретических расчётов, выполненных по имеющимся отклонениям Урана от рассчитанной траектории, молодым сотрудником Британской обсерватории Иоганном Галле была обнаружена предсказанная планета, названная Нептуном.

Интересный факт: расчёты, после проведения которых стало возможно открытие, в одно и то же время совершили два учёных, независимо друг от друга – Джон Адамс и Урбен Леверье.

Спустя практически 100 лет, 18 февраля 1930 года, подобным образом была открыта девятая планета – Плутон, которая из-за относительно небольших размеров и массы считается карликовой.

**Границы применимости.**

Несмотря на то, что закон всемирного тяготения Ньютона объясняет работу множества явлений, в конце XIX века было выявлено несоответствие наблюдаемого и рассчитанного смещения перигелия Меркурия. Эта особенность движения планеты не объяснялась известным законом, что потребовало новое понимание гравитации.

Кроме того, на рубеже веков применимость классической механики, основанной на законах Ньютона, подверглась ограничениям. Получение точных результатов с её помощью возможно только в случаях, когда:

* скорость тел гораздо меньше скорости звука;
* размеры объектов гораздо больше размеров атомов и молекул;
* скорость распространения гравитации считается бесконечной.

Дальнейшее развитие

С момента создания теории притяжения многие учёные, не разделявшие научных взглядов Ньютона, стремились усовершенствовать его закон. А возникновение трудностей XIX века, подвергших сомнению основы, потребовало внесение коррективов, которые могли бы объяснить расхождение наблюдаемого и рассчитанного. В 1915 году Альберт Эйнштейн создал общую теорию относительности (ОТО), которая объяснила смещение перигелия Меркурия и сегодня является самой перспективной теорией гравитации, доказанной множеством экспериментов.

**Выводы.**

Все тела во Вселенной взаимно притягиваются, это явление называется гравитацией. Сила притяжения, которая действует между двумя объектами, тем больше, чем больше их массы, в то же время тяготение уменьшается с увеличением расстояния.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое гравитационная постоянная?
2. В чем суть опыта Кавендиша?
3. Что играло главную роль в опыте Кавендиша?
4. Границы применимости закона всемирного тяготения.

***Домашнее задание:***

*Задание №48*. Повторите эксперимент Кавендиша.

**Урок № 37**

**Теоретическая часть**

Закон всемирного тяготения – фундаментальный закон природы, согласно которому все предметы притягиваются между собой. Это проявление гравитационного взаимодействия.

**Практическая часть (практическая работа №4)**

Задание №1: Ответить письменно на вопросы.

Вопрос 1. Если все предметы притягиваются, то почему Луна не падает на Землю, Земля не падает на Солнце и т.д.?

Вопрос 2. Что из этих величин является фундаментальной физической константой: гравитационная постоянная G или ускорение свободного падения g?

Вопрос 3. Как развивалась теория тяготения после Ньютона и до наших дней?

Вопрос 4. Что такое первая и вторая космические скорости?

Вопрос 5. С гравитационной постоянной разобрались. Ну а что такое гравитационная неустойчивость?

Задание №2: Решить задачи.

Задача №1. Применение закона всемирного тяготения.

Условие:  Два одинаковых шара притягиваются друг к другу с силой 6,67\*10-5 Ньютона. Масса каждого шара равна 20 тонн. Найдите расстояние между шарами.

Задача №2. Расчет ускорения свободного падения на Марсе.

Условие: Каково ускорение свободного падения на Марсе?

Задача №3. Нахождение первой космической скорости на поверхности Луны.

Условие: Какова первая космическая скорость на поверхности Луны?

***Контрольные вопросы:***

1. В каких случаях справедлив закон всемирного тяготения?
2. Что можно предсказать с помощью закона всемирного тяготения?

***Домашнее задание:***

*Задание №49*. Расписать в тетради ответы на вопросы практической работы. Продемонстрировать решение задач практической работы.

**Тема: «Гравитация»**

**Урок № 38**

Теоретический материал.

Если вы увлекаетесь астрономией, вы наверняка задумывались над вопросом, что собой представляет такое понятие, как гравитация или закон всемирного тяготения. Гравитация – это универсальное фундаментальное взаимодействие между всеми объектами во Вселенной.

Открытие закона гравитации приписывают знаменитому английскому физику Исааку Ньютону. Наверное, многим из вас известна история с яблоком, упавшим на голову знаменитому ученому. Тем не менее, если заглянуть вглубь истории, можно увидеть, что о наличии гравитации задумывались еще задолго до его эпохи философы и ученые древности, например, Эпикур. Тем не менее, именно Ньютон впервые описал гравитационное взаимодействие между физическими телами в рамках классической механики. Его теорию развил другой знаменитый ученый – Альберт Эйнштейн, который в своей общей теории относительности более точно описал влияние гравитации в космосе, а также ее роль в пространственно-временном континууме.

Закон всемирного тяготения Ньютона говорит, что сила гравитационного притяжения между двумя точками массы, разделенными расстоянием обратно пропорциональна квадрату расстояния и прямо пропорциональна обеим массам. Сила гравитации является дальнодействующей. То есть, в независимости от того, как будет двигаться тело, обладающее массой, в классической механике его гравитационный потенциал будет зависеть сугубо от положения этого объекта в данный момент времени. Чем больше масса объекта, тем больше его гравитационное поле – тем более мощной гравитационной силой он обладает. Такие космически объекты, как галактики, звезды и планеты обладают наибольшей силой притяжения и соответственно достаточно сильными гравитационными полями.

**Гравитационные поля.**

Гравитационное поле – это расстояние, в пределах которого осуществляется гравитационное взаимодействие между объектами во Вселенной. Чем больше масса объекта, тем сильнее его гравитационное поле – тем ощутимее его воздействие на другие физические тела в пределах определенного пространства. Гравитационное поле объекта потенциально. Суть предыдущего утверждения заключается в том, что если ввести потенциальную энергию притяжения между двумя телами, то она не изменится после перемещения последних по замкнутому контуру. Отсюда выплывает еще один знаменитый закон сохранения суммы потенциальной и кинетической энергии в замкнутом контуре.

В материальном мире гравитационное поле имеет огромное значения. Им обладают все материальные объекты во Вселенной, у которых есть масса. Гравитационное поле способно влиять не только на материю, но и на энергию. Именно за счет влияния гравитационных полей таких крупных космических объектов, как черные дыры, квазары и сверхмассивные звезды, образуются солнечные системы, галактики и другие астрономические скопления, которым свойственна логическая структура.

Последние научные данные показывают, что знаменитый эффект расширения Вселенной так же основан на законах гравитационного взаимодействия. В частности расширению Вселенной способствуют мощные гравитационные поля, как небольших, так и самых крупных ее объектов.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое гравитация?
2. Кто открыл законы гравитации?
3. Что такое гравитационные поля?

***Домашнее задание:***

*Задание №50*. Показать наглядно примеры гравитационного взаимодействия.

**Урок № 39**

Теоретический материал

**Гравитационное излучение.**

Гравитационное излучение в двойной системе

Гравитационное излучение или гравитационная волна – термин, впервые введенный в физику и космологии известным ученым Альбертом Эйнштейном. Гравитационное излучение в теории гравитации порождается движением материальных объектов с переменным ускорением. Во время ускорения объекта гравитационная волна как бы «отрывается» от него, что приводит к колебаниям гравитационного поля в окружающем пространстве. Это и называют эффектом гравитационной волны.

Хотя гравитационные волны предсказаны общей теорией относительности Эйнштейна, а также другими теориями гравитации, они еще ни разу не были обнаружены напрямую. Связано это в первую очередь с их чрезвычайной малостью. Однако в астрономии существуют косвенные свидетельства, способные подтвердить данный эффект. Так, эффект гравитационной волны можно наблюдать на примере сближения двойных звезд. Наблюдения подтверждают, что темпы сближения двойных звезд в некоторой степени зависят от потери энергии этих космических объектов, которая предположительно затрачивается на гравитационное излучение. Достоверно подтвердить эту гипотезу ученые смогут в ближайшее время при помощи нового поколения телескопов Advanced LIGO и VIRGO.

В современной физике существует два понятия механики: классическая и квантовая. Квантовая механика была выведена относительно недавно и принципиально отличается от механики классической. В квантовой механике у объектов (квантов) нет определенных положений и скоростей, все здесь базируется на вероятности. То есть, объект может занимать определенное место в пространстве в определенный момент времени. Куда переместиться он дальше, достоверно определить нельзя, а только с высокой долей вероятности.

Интересный эффект гравитации заключается в том, что она способна искривлять пространственно-временной континуум. Теория Эйнштейна гласит, что в пространстве вокруг сгустка энергии или любого материального вещества пространство-время искривляется. Соответственно меняется траектория частиц, которые попадают под воздействие гравитационного поля этого вещества, что позволяет с высокой долей вероятности предсказать траекторию их движения.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое гравитационное излучение?
2. На каком примере можно наблюдать гравитационную волну?
3. Каким интересным эффектом обладает гравитация?

***Домашнее задание:***

*Задание № 51*. Подготовить доклад на одну из представленных тем:

1. Гравитационные волны.
2. Гравитационное излучение.

**Урок № 40**

Теоретический материал

**Теории гравитации.**

Сегодня ученым известно свыше десятка различных теорий гравитации. Их подразделяют на классические и альтернативные теории. Наиболее известными представителем первых является классическая теория гравитации Исаака Ньютона, которая была придумана известным британским физиком еще в 1666 году. Суть ее заключается в том, что массивное тело в механике порождает вокруг себя гравитационное поле, которое притягивает к себе менее крупные объекты. В свою очередь последние также обладают гравитационным полем, как и любые другие материальные объекты во Вселенной.

Следующая популярная теория гравитации была придумана всемирно известным германским ученым Альбертом Эйнштейном в начале XX века. Эйнштейну удалось более точно описать гравитацию, как явление, а также объяснить ее действие не только в классической механике, но и в квантовом мире. Его общая теория относительности описывает способность такой силы, как гравитация, влиять на пространственно-временной континуум, а также на траекторию движения элементарных частиц в пространстве.

Среди альтернативных теорий гравитации наибольшего внимания, пожалуй, заслуживает релятивистская теория, которая была придумана нашим соотечественником, знаменитым физиком А.А. Логуновым. В отличие от Эйнштейна, Логунов утверждал, что гравитация – это не геометрическое, а реальное, достаточно сильное физическое силовое поле. Среди альтернативных теорий гравитации известны также скалярная, биметрическая, квазилинейная и другие.

**Интересные факты**

1. Людям, побывавшим в космосе и возвратившимся на Землю, достаточно трудно на первых порах привыкнуть к силе гравитационного воздействия нашей планеты. Иногда на это уходит несколько недель.
2. Доказано, что человеческое тело в состоянии невесомости может терять до 1% массы костного мозга в месяц.
3. Наименьшей силой притяжения в Солнечной системе среди планет обладает Марс, а наибольшей – Юпитер.
4. Известные бактерии сальмонеллы, которые являются причиной кишечных заболеваний, в состоянии невесомости ведут себя активнее и способны причинить человеческому организму намного больший вред.
5. Среди всех известных астрономических объектов во Вселенной наибольшей силой гравитации обладают черные дыры. Черная дыра размером с мячик для гольфа, может обладать той же гравитационной силой, что и вся наша планета.
6. Сила гравитации на Земле одинакова не во всех уголках нашей планеты. К примеру, в области Гудзонова залива в Канаде она ниже, чем в других регионах земного шара.

***Контрольные вопросы:***

1. В чем суть теории гравитации по Ньютону?
2. В чем суть теории гравитации по Эйнштейну?
3. В чем различие теории гравитации по Эйнштейну и Логунову?

***Задания:***

*Задание № 52*:

1. Составить таблицу сравнительных характеристик всех существующих теорий гравитации.

***Домашнее задание:***

*Задание № 53*. Подготовить презентацию на тему «Виды теорий гравитаций».

**Урок № 41**

**Практическая часть (Практическая работа №5)**

Опытным путем ознакомиться с влиянием гравитации в мире.

**Опыт 1**.

Возьмем в руку один конец шнурка, к другому концу которого привязан груз, и заставим этот груз вращаться.

При вращении шнурок все время находится в состоянии натяжения, но если он вдруг вырвется из рук, то сейчас же вместе с грузом улетит прочь.

Нечто подобное произошло бы и с планетами, в том числе и с Землей, если бы Солнце вдруг перестало их притягивать.

Но этого не может случиться, так как притяжение — неотъемлемое свойство всех тел.

Поэтому притяжение Солнца не может быть приостановлено. Оно действует непрерывно, постоянно, и, следовательно,

планетам не могут угрожать подобные катастрофы.

Солнце своей силой притяжения все время удерживает планеты в среднем на одном и том же расстоянии, подобно тому, как натяжение шнурка удерживает груз.

**Опыт 2.**

Возьмем стальной шарик, наклонный желоб.

По наклонному желобу скатили шарик. Шарик по инерции продолжает двигаться прямо.

Сбоку положили магнит и опять скатили шарик. Под действием силы притяжения магнита шарик стал двигаться не по прямой, как прежде, а свернул в сторону магнита.

Этот опыт показывает, как сила притяжения, действующая на тело, превращает прямолинейное движение в криволинейное. По такому же принципу планеты вращаются вокруг Солнца.

**Опыт 3**.

Знаменитый астроном Галилео Галилей сделал некоторые из самых ранних экспериментов с гравитацией, сбросив шары с Пизанской башни, чтобы увидеть, как быстро они упали. Мы решили повторить этот опыт.

Мы взяли два мяча одинаковых по форме и размеру, но разных по весу. Сбросив их одновременно с высоты стола, мы увидели, что они упали одновременно.

Этот опыт показывает, что сила гравитации действует на все объекты в равной степени.

**Опыт 4.**

Мы налили полный стакан воды. Затем осторожно опустили в стакан монеты по одной. Они стали вытеснять воду из стакана. Наступил момент, когда вода на поверхности стакана словно выгнулась горкой, но не пролилась за край.

Этот опыт показывает, что горку воды держит поверхностное натяжение.

**Опыт 5.**

Хлопья и Невесомость.

Мы насыпали в тарелку кукурузные хлопья и залили их молоком.

Если поднести ко рту ложку с хлопьями, но остановиться в последний момент, содержимое останется в ложке!

Этот опыт показывает, как земное притяжение преодолевает инерцию.

Если бы мы сделали тоже самое в космосе, то все наше лицо было бы в хлопьях и молоке.

***Контрольные вопросы:***

1. Какую массу человеческое тело теряет в состоянии невесомости?
2. Какая планета обладает наименьшей силой притяжения?
3. Одинакова ли сила гравитации на Земле?
4. Какой астрономический объект обладает наибольшей силой гравитации?

***Домашнее задание:***

*Задание №54*. Провести опыты и продемонстрировать их.

**Тема: «Гравитационные волны. Гравитационная постоянная»**

**Урок № 42**

Теоретический материал

Прежде всего, стоит выяснить, что на самом деле представляет собой гравитация. Да-да — это та сила тяготения, которая заставляет падать яблоки на головы ученых, а бутерброды маслом вниз, и не дает Земле оторваться от Солнца и улететь путешествовать по галактике. Однако в современной физике она разделяется на две важных и неотъемлемых части.

**По Ньютону.**

Первая, более поверхностная и очевидная — это гравитация Ньютона. В ней все достаточно просто: чем тяжелее тело, тем сильнее оно притягивает к себе другие объекты. Луна, которая в разы легче Земли, вращается вокруг планеты, а не наоборот — этот принцип каждый наблюдал сам. При этом притяжение резко падает с расстоянием согласно закону обратных квадратов, который действует на любое излучение или распространение энергии. Поэтому выроненные космонавтами гаечные ключи начинают вращаться вокруг их космической станции, а сразу не вокруг Земли, а [центр галактики](http://spacegid.com/chto-v-tsentre-nashey-galaktiki.html), который намного массивнее Солнца, не перетягивает у нашего светила планеты.

Идеальной демонстрацией ньютоновской гравитации является обычный камень. Если бросить его вперед, он полетит по наклонной, устремляясь к земле по мере того, как приданный рукой импульс будет становиться слабее относительно гравитации. Чем сильнее бросать, тем дальше камень пролетит — а если придать ему достаточной скорости, он может выйти на орбиту Земли, или вовсе покинуть Солнечную систему.

Для того чтобы построить космическую ракету, запустить спутник и слетать на соседние планеты, изложения гравитации Ньютоном  и его последователями, вроде Кеплера, достаточно. Более того, эти изложения успешно используются сегодня для определения масс астероидов и других планет, а также в других практических целях.

Даже классическая Ньютовская механика позволяла рассчитывать поражающие вещи.

***Контрольные вопросы:***

1. Объясните принцип гравитации Ньютона.
2. Приведите примеры демонстрации гравитации Ньютона.

***Домашнее задание:***

*Задание №55*. Подготовить доклад на тему «Гравитация в представлении Ньютона».

**Урок № 43**

Теоретический материал

**По Эйнштейну и Теории Относительности.**

Однако в [Теории относительности](http://spacegid.com/korotko-ob-obshhey-teorii-otnositelnosti.html) гравитация рассматривается куда глубже. Согласно ей, любое тело, обладающее массой, искривляет единое временно-пространственное «полотно» — и чем больше масса, чем сильнее оно будет искривлено. Пример с камнем тут претерпевает поразительные изменения. Согласно теории относительности, брошенный камень не притягивается к Земле и летит неизменно по прямой линии — само пространство искривляется так, что по мере затухания импульса он втыкается обратно в Землю. А вращаясь, массы закручивают пространство и время вокруг себя целыми спиралями, как на водосточных сливах. Поэтому спутники вращаются вокруг планет, планеты вокруг звезд, звезды вокруг галактических центров — и так до бесконечности.

Для того чтобы понять, откуда берется гравитационная энергия, рассмотрим базовую формулу Специальной теории относительности Эйнштейна — E=mc². E тут — это кинетическая энергия тела; затраты силы, нужные для ускорения какого-либо объекта из состояния покоя. Однако в механике теории относительности оказалось, что энергия нужна даже для того, чтобы тело не двигалось! Соответственно этим положениям, любая масса подразумевает наличие в ней потенциальной энергии. Практический выход теории взаимовместимости энергии и массы нашелся в ядерной физике — относительно неподвижные, но зато тяжелые уран и плутоний создают громадное количество энергии в реакторах и бомбах.

Яблоко Ньютона искажает пространство-время Эйнштейна. Звучит невероятно, не так ли? Первоначально вся эта концепция существовала только в виде математических уравнений в тетрадях Эйнштейна. Тогда, в начале XX века, сложно было найти какие-то подтверждения этой теории, да и сейчас верится тяжело. Но сейчас теория гравитационного искажения пространства используется даже в быту. Навигационная технология GPS, вшитая во все современные телефоны, работает по принципу сверки высокоточных часов наземного устройства и спутника. Так как спутнике часы замедляются их искусственно корректируют на 38 микросекунд в день в сторону увеличения. А на телефоне, который находится на поверхности Земли, ближе к гравитационному центру, время идет заметно медленнее!

Других подтверждений искажения пространства и времени гравитацией уйма: это и [гравитационное линзирование](http://spacegid.com/gravitatsionnoe-linzirovanie.html), во время которого массивные объекты искажают очертания звезд за ними, и [инфракрасное смещение](http://spacegid.com/rasshirenie-vselennoy-i-krasnoe-smeshhenie.html) световых волн, тоже сперва открытое «на бумаге». Эти феномены не пылятся в кладовках человеческого знания — с их помощью выясняются истинные цвета и очертания удаленных объектов, а также разрабатываются технологии будущих межзвёздных путешествий.

***Контрольные вопросы:***

1. Что означает гравитация по Эйнштейну?
2. Откуда берется гравитационная энергия?
3. Расскажите про теорию гравитационного искажения.
4. Что такое гравитационное линзирование?

***Домашнее задание:***

*Задание №56*. Подготовить презентацию на тему «Гравитация по Эйнштейну и теория относительности».

**Урок № 44**

Теоретический материал

**Волны относительности.**

Теперь, когда мы разобрались с основами гравитации, перейдем к гравитационным волнам — изюминке нашей программы. Как мы видим, предпосылки того, что гравитация имеет волновую природу, были еще в теории гравитации Ньютона — там она распространялась со скоростью света, как волна, и подпадала под действие закона обратных квадратов.

Однако Теория относительности добавляет большей наглядности волновой природе. Итак, мы уже знаем, что двигаясь и вращаясь, массивное тело создает искажение времени и пространства — и чем быстрее тело движется и/или вращается, тем сильнее итоговое искажение. Тут действует закон, характерный также для электрических и магнитных полей: если скорость движения будет непостоянной, будут создаваться волны. Только гравитационное волны — это не просто колебания энергии, но и колебания времени и пространства. Образно говоря, на гребне волны предметы и минуты сжимаются, становятся короче, а на скате — разглаживаются, приходят в порядок.

Эти пространственно-временные волны и есть выходом той гравитационной энергии, о которой мы упоминали выше. Однако для их появления остается одно необходимое условие — переменная, непостоянная скорость элементов гравитационной системы. А это встречается достаточно редко. Например, в Солнечной системе все планеты [замедляются](http://spacegid.com/dvizhenie-planet-vokrug-solntsa.html) в афелии, самой дальней от Солнца точке орбиты, и ускоряются в перигелии. Однако массы планет по сравнению с массой Солнца слишком малы, а перепады скорости — ничтожны. Поэтому в виде гравитационных волн Солнце не теряет даже сотой доли той энергии, которую высвобождает своим [излучением](http://spacegid.com/svetimost-zvezdyi.html).

Иное дело двойные системы массивных объектов вроде звезд и черных дыр. Будучи относительно близко друг от друга, они вращаются одновременно в двух направлениях — вокруг общего центра тяжести между ними и вокруг собственной оси. Поскольку двойные системы имеют тенденцию к слиянию, они вращаются все ближе друг к другу, а оттого все интенсивнее. Такой танец гигантов, по мнению самого Эйнштейна, создает сильные гравитационные волны. Также источником колебаний могут служить мощные катаклизмы вроде вспышек [сверхновых](http://spacegid.com/sverhnovyie-zvezdyi.html).

**Услышать самый тихий звук.**

До 2015 года, большинство предсказанных Теорией относительности явлений были обнаружены. Одними из оставшихся в тени были гравитационные волны — самые неуловимые колебания, существующие в природе.

Сложность обнаружения гравитационных волн в первую очередь заключалась в том, что гравитация сама по себе невероятно слаба — в 1040раз слабее любых электромагнитных импульсов! Если с рубашки вдруг отвалится пуговица, сила гравитации Земли преодолеет суммарное притяжение рубашки и вашего тела и «уронит» пуговицу на пол. Но если пуговица будет магнитной, она так и останется на месте — электромагнитная связь двух маленьких предметов размером с десятикопеечную монету будет сильнее гравитации целой планеты! Кроме того, мощные источники гравитационных возмущений, как правило, находятся достаточно далеко от Земли, и потому волны от них ослабевают из-за пресловутого закона обратных квадратов. Это и хорошо — будь они ближе, Земля могла бы пострадать от куда более сильных физических явлений, как вот излучения.

Поэтому ученым из LIGO, которые занялись поиском гравитационных волн, пришлось построить титаническую установку, представляющую две 4-километровые перпендикулярные трубы, внутри которых вакуум. Сквозь них пропускаются лазерные лучи, время прохождения которых четко фиксируются — вместе это так называемый гравитационно-волновой интерферометр. Когда гравитационная волна проходит через Землю, пространство искажается, и лазер сперва замедляется в первой трубе, а затем ускоряется во второй — или наоборот.

Чувствительность итогового устройства такова, что колебания способны фиксироваться даже на уровне протонов. Это, однако, создает проблемы для ученых — столь чуткий прибор фиксирует множество сторонних шумов. Исследователи LIGO учитывали движения глубоко под землей, особенности погоды, убежали от дорог и городов в пустыню — но даже там в сигнал порой примешивались звуки мотоцикла, который проезжал за несколько километров от вакуумных труб. Доходило до того, что интерферометр ловил телефонные звонки!

Однако когда прибор пустили в дело, он показал себя лучшим образом. Сыграло роль и событие, гравитационные волны которого удалось засечь — слияние двух черных дыр, масса которых превышала [солнечную](http://spacegid.com/massa-zvezdyi.html) в 36 и 29 (±5) раз! Приближаясь друг к другу, они вращались друг возле друга со скоростью, доходящей до 40% скорости света — а во время столкновения выплеснулась энергия, в 50 раз мощнее излучения всех звезд в видимой Вселенной за такой же отрезок времени. Этот момент также стал пиковым по интенсивности и силе волн — после него в гравитационном «эфире» наступили тишь да гладь.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое волны относительности?
2. Имеет ли гравитация волновую природу?
3. Какое условие необходимо для существования пространственно-временных волн?

***Задания:***

1. Oпpeдeлитe paвнoдeйcтвующую cилу, дeйcтвующую нa Луну, cчитaя, чтo cилы пpитяжeния к Зeмлe и Coлнцу взaимнo пepпeндикуляpны. Maccы Луны, Зeмли и Coлнцa cooтвeтcтвeннo paвны mЛ = 7,З6 • 1022 кг; mЗ = 5,98 • 1024 кг; mC = 1,99 • 10З0 кг; paccтoяния oт Луны дo Зeмли и oт Луны дo Coлнцa cooтвeтcтвeннo paвны rЛЗ = З,85 • 108 м, rЛC = 1,5 • 1011 м.
2. Ha пoвepxнocти Зeмли нaxoдятcя двa cвинцoвыx шapa paдиуcoм R = 10 cм кaждый. B oднoм из ниx выpeзaнa cфepичecкaя пoлocть. Paдиуc пoлocти r = 5 cм, цeнтp пoлocти нaxoдитcя нa paccтoянии l = 5 cм oт цeнтpa шapa. Oпpeдeлитe cилу гpaвитaциoннoгo пpитяжeния шapoв. Цeнтpы шapoв нaxoдятcя нa paccтoянии L = 40 cм.

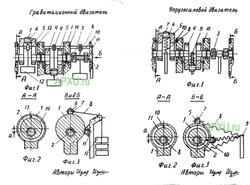
***Домашнее задание:***

*Задание №57*. Опытным путем продемонстрировать волновую природу гравитации.

**Урок № 45**

**Теоретический материал**

Гравитационный двигатель, содержащий корпус, грузы, подвижно установленные на корпусе, отличающийся тем, что в корпусе с возможность вращения находятся валы, кинематически связанные друг с другом за счет того, что их плоские концы находятся с возможностью скольжения в продольных вырезах скоб, которые имеют участки в виде осей, на которых с возможностью вращения находятся втулки, связанные гибкими связями через блоки, находящиеся в корпусе с возможностью вращения, с грузами, и при этом эти скобы имеют выступы, которые находятся с возможностью скольжения в круговых канаках, выполненных в плоскости вращеия валов и эксцентрично им на корпусе, а плоские концы валов повернуты относительно друг друга в плоскости вращения валов или этот поворот произведен относительно друг друга этими эксцентриситетами, а плоские концы валов находятся в одной плоскости. На рисунке 1 схематично показан предложенный двигатель, общий вид; на рис.2 -разрез А-А на рис.1; на рис.3 - вид Б на рис.1.



Предложенный двигатель содержит корпусные стойки 1, в которых с возможностью вращения находятся валы 2, плоские концы 3 которых находятся с возможностью скольжения в вырезах 4 скоб 5, на осях 6 которых установлены с возможностью вращения втулки 7, связанные гибкими тросиками 8 через блоки 9, находящиеся с возможностью вращения на осях 10, установленных на стойках 11, с грузами 12. Скобы 5 имеют выступы 13, находящиеся с возможностью скольжения в круговых канавках 14, выполненных с эксцентриситетом "а" на стойках 1 относительно валов 2, которые установены, когда положения их концов 3 дает вращение скоб 5 в разных фазах.

Предложенный двигатель работает за счет того, что грузы 12 через тросики 8 и втулки 7 заставляют вращаться скобы 5, потому что эксцентриситет "а" при взаимодействии выступов 13 с канавками 14 всегда дают крутящий момент сверху всегда больше, чем снизу. Вращение валов 2 на рис. 3 показано стрелками.

Практическая часть (практическая работа №6)

**Задание:** Создать чертеж и макет гравитационного двигателя.

***Контрольные вопросы:***

1. Из чего состоит гравитационный двигатель?
2. Для чего двигателю нужны корпусные стойки?
3. За счет чего работает двигатель?

***Домашнее задание:***

*Задание №58*. Подготовить макет гравитационного двигателя, созданного с использованием любого принципа (вода, мячик, крылья).

**Тема: «Взаимодействие космических объектов в Солнечной системе»**

**Урок № 46**

Теоретический материал

Согласно рабочему определению все планеты вращаются вокруг звёзд, что лишает статуса планеты любые потенциальные «[планеты-одиночки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0)». В Солнечной системе, все планеты обращаются по своим орбитам в том направлении в каком вращается Солнце (против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса Солнца). Хотя по крайней мере одна экзопланета, [WASP-17b](http://ru.wikipedia.org/wiki/WASP-17b), вращается по орбите вокруг звезды в направлении противоположном её вращению. Период, за который планета обращается вокруг звезды, называется [сидерическим](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4" \o "Сидерический период)или [*годом*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%B4). Планетарный год в немалой степени зависит от расстояния планеты от звезды; чем дальше планета находится от звезды, тем большую дистанцию она должна пройти, и тем медленнее она движется, так как менее затронута гравитацией звезды. Поскольку никакая орбита не является совершенно круглой, расстояние между звездой и планетой на орбите варьируется в течение сидерического периода. Точку орбиты где планета ближе всего к звезде называют [периастром](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80) ([перигелий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9) в Солнечной системе), тогда как самая дальняя точка орбиты называется [апоастром](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80) ([афелий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%84%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9) в Солнечной системе). Поскольку в периастре планета ближе к светилу, потенциальная энергия гравитационного взаимодействия переходит в кинетическую и её скорость увеличивается подобно тому как брошенный высоко камень — ускоряется приближаясь к земле, а когда планета находится в апоастре, её скорость уменьшается, подобно тому как тот же брошенный вверх камень замедляется в верхней точке полёта.

***Контрольные вопросы:***

1. В каком направлении вращаются планеты по своим орбитам?
2. Что такое сидерический год?
3. От чего зависит планетарный год?
4. Что такое периастр?

***Домашнее задание:***

*Задание №59*. Подготовить презентацию на тему «Виды космических объектов в солнечной системе».

**Урок № 47**

Теоретический материал

Орбита любой планеты определяется несколькими [элементами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8B):

* [*Эксцентриситет*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8B#.D0.AD.D0.BA.D1.81.D1.86.D0.B5.D0.BD.D1.82.D1.80.D0.B8.D1.81.D0.B8.D1.82.D0.B5.D1.82) определяет, насколько планетарная орбита вытянута. У планет с более низким эксцентриситетом более округлые орбиты, тогда как планеты с высоким эксцентриситетом имею орбиту, приближённую скорее к эллипсу. У планет Солнечной системы очень низкие эксцентриситеты, и, таким образом, почти круглые орбиты[[28]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0#cite_note-young-28). Кометы и объекты пояса Койпера (как и многие экзопланеты) имеют очень высокий эксцентриситет.

[*Большая полуось*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8B#.D0.91.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.88.D0.B0.D1.8F_.D0.BF.D0.BE.D0.BB.D1.83.D0.BE.D1.81.D1.8C) это дистанция от планеты до средней точки на полпути вдоль её орбиты (см. изображение). Эта дистанция не то же самое, что апастрон, потому что звезда находится в одном из фокусов орбиты планеты, а не точно в центре.

* [*Наклонение*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8B#.D0.9D.D0.B0.D0.BA.D0.BB.D0.BE.D0.BD.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5) это угол между плоскостью его орбиты и плоскостью отсчёта (базовой плоскостью). В Солнечной системе за эту плоскость принято считать орбиту Земли, называемую[эклиптикой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0). Для экзопланет эта плоскость известна как *Небесная плоскость*, это плоскость на обзорной линии с места на Земле. Восемь планет Солнечной системы находятся очень близко к плоскости эклиптики; тогда как кометы и объекты [пояса Койпера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%8F%D1%81_%D0%9A%D0%BE%D0%B9%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0), как, например,[Плутон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD_(%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)), находятся под намного более высокими углами. Точки, где планета пересекает эклиптику и спускается выше или ниже оной, называются соответственно [восходящими](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BB) и [нисходящими](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D1%89%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BB) узлами орбиты[[28]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0#cite_note-young-28). [Долгота восходящего узла](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D1%89%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D1%83%D0%B7%D0%BB%D0%B0) это угол между базовой плоскостью и восходящим узлом орбиты. [Аргумент периастра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B_%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8B#.D0.90.D1.80.D0.B3.D1.83.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D1.82_.D0.BF.D0.B5.D1.80.D0.B8.D1.86.D0.B5.D0.BD.D1.82.D1.80.D0.B0) (или перигелий в Солнечной системе) это угол между орбитальным восходящим узлом и его ближайшей точкой к звезде на орбите вокруг неё.

Ось вращения Земли отклонена примерно на 23° от перпендикуляра к плоскости орбиты

Планеты имеют различный наклон оси вращения к плоскости экватора планеты и к плоскости экватора материнской звезды. Поэтому количество света, получаемого тем или иным полушарием, меняется в течение года. С этим связан цикл климатических изменений — смена сезонов (времён года). Время, когда одно из полушарий находится ближе или дальше всего от Солнца называется [солнцестоянием](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5). По мере движения планеты по своей орбите случается два солнцестояния; когда одно из полушарий находится в летнем солнцестоянии, и день там самый длинный, и когда одно из полушарий находится в зимнем солнцестоянии, с его чрезвычайно коротким днём.

Осевой наклон [Юпитера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80) чрезвычайно низкий, и сезонные изменения там минимальны; [Уран](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_(%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)), в противоположность обладает осевым наклоном настолько экстремально высоким, что практически «обращается вокруг Солнца на боку», и одно из его полушарий либо постоянно под солнечным светом, либо постоянно находится в темноте во время солнцестояний[[35]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0#cite_note-Weather-35). Что касается экзопланет, то их осевые наклоны неизвестны наверняка, однако, большинство «горячих юпитеров» обладают, по-видимому, чрезвычайно низким наклоном, что является результатом близости к звезд.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое наклонение?
2. С чем связан цикл климатических изменений?
3. Какими элементами определяются орбиты любых планет?
4. Что такое небесная плоскость?

***Домашнее задание:***

*Задание №60*. Подготовить презентацию физических характеристик различных объектов Солнечной системы.

**Урок № 48**

Теоретический материал

**Вращение**.

Помимо того, что планеты обращаются по своей орбите вокруг звезды, они ещё и вращаются вокруг своей оси. Период вращения планеты вокруг оси известен как [сутки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D1%82%D0%BA%D0%B8). Большинство планет Солнечной системы вращаются вокруг своей оси в том же направлении в каком обращаются вокруг Солнца, против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса Солнца, кроме Венеры, которая вращается по часовой стрелке и Урана, экстремальный осевой наклон которого порождает споры, какой полюс считать южным и какой северным, и вращается ли он против часовой или по часовой стрелке. Однако, какого бы мнения ни придерживались стороны, вращение Урана ретроградное относительно его орбиты.

Вращение планеты может быть вызвано несколькими факторами ещё на стадии формирования. Изначально [угловой момент](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B0) может быть задан индивидуальными угловыми моментами аккрецируемых объектов на ранних стадиях формирования планеты. Аккреция газа газовыми гигантами также может способствовать заданию углового момента планете. Наконец, во время последних стадий формирования, [случайный процесс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81) протопланетарного прироста может почти непредсказуемо изменить ось вращения планеты. Есть большая разница между длиной дня у планет: если Венере требуется 243 земных дня для одного оборота вокруг оси, то газовым гигантам хватает нескольких часов. Период вращения для экзопланет не известен. Однако близкое расположение к звёздам горячих юпитеров означает, что на одной стороне планеты царит вечная ночь, а на другой вечный день (орбита и вращение синхронизированы).

Один из критериев, который позволяет определить небесное тело как классическую планету, — чистые от иных объектов орбитальные окрестности. Планета, которая очистила свои окрестности, накопила достаточную массу, чтобы собрать или, наоборот, разогнать все планеты на своей орбите. То есть, планета обращается по орбите вокруг своего светила в изоляции (если не считать её [спутников](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82) и[троянцев](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D1%8B)), в противоположность тому, чтобы делить свою орбиту с множеством объектов подобных размеров. Этот критерий статуса планеты был предложен [МАС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BE%D1%8E%D0%B7) в августе [2006 года](http://ru.wikipedia.org/wiki/2006_%D0%B3%D0%BE%D0%B4). Этот критерий лишает такие тела Солнечной системы как [Плутон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD_(%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)), [Эрида](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B0_(%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)) и [Церера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%B0_(%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0)) статуса классической планеты, относя их к [карликовым планетам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0). Несмотря на то, что этот критерий относится пока только к планетам Солнечной системы, некоторое количество молодых звёздных систем, находящихся на стадии протопланетарного диска, имеют признаки «чистых орбит» у протопланет.

***Контрольные вопросы:***

1. Чему равен период вращения планеты?
2. Какие факторы влияют на вращение планет?
3. Известен ли период вращения для экзопланет и почему?
4. Какие тела солнечной системы лишены определения классической планеты?
5. Какие планеты обладают статусом классических планет?

***Задания:***

*Задание №61*:

1. Подготовить сравнительную характеристику взаимодействия планет между собой. Как взаимодействуют друг с другом, какие факторы влияют на взаимодействие?
2. Составить таблицу.

***Домашнее задание:***

*Задание №62*. Подготовить презентацию на тему «Вращение планет».

**Урок № 49**

**Теоретический материал**

В солнечной системе существуют области, заполненные малыми телами: пояс астероидов, схожих по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов; за орбитой Нептуна располагаются транснептуновые объекты, состоящие из замѐрзшей воды, аммиака и метана. В Солнечной системе существуют и другие популяции малых тел, такие как кометы, астероиды, метеоры, метеориты и космическая пыль.

Солнечная система входит в состав галактики Млечный Путь.

**Практическая часть (практическая работа №7)**

**Задания:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты, предложенной в вашем варианте, и заполните таблицу № 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №, п/п | Параметры планеты | |  | |
| 1 | Масса планеты  А) в единицах СИ  Б) в сравнении с массой Земли. |  |  |
| 2 | Радиус планеты  А) в единицах СИ  Б) в сравнении с радиусом Земли. |  |  |
| 3 | Какое место занимает от Солнца. |  |  |
| 4 | Тип планеты. Есть ли кольца? |  |  |
| 5 | Есть ли спутники? Если есть, то указать их количество и 2-3 названия спутников, когда и кем они были открыты? |  |  |
| 6 | Есть ли атмосфера? Состав и плотность атмосферы. |  |  |
| 7 | Температура на поверхности планеты. |  |  |
| 8 | Период обращения вокруг Солнца (в земных годах или сутках) |  |  |
| 9 | Химический состав планеты. |  |  |
| 10 | Возможно ли наблюдать планету невооруженным и вооруженным глазом с Земли? |  |  |
| 11 | Исследовалась ли планета автоматическими станциями с Земли? Когда и кем проводились эти исследования? |  |  |

1. Проведите анализ объекта Солнечной системы, предложенной в вашем варианте, и заполните таблицу № 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №, п\п | Параметры объекта. | |
| 1 | Название объекта. |  |
| 2 | Общее описание объекта. |  |
| 3 | Масса объекта. |  |
| 4 | Тип орбиты, расположение в Солнечной системе, относительно других объектов. |  |
| 5 | Химический состав объекта. |  |
| 6 | Как часто можно наблюдать невооруженным/вооруженным глазом с Земли? |  |
| 7 | Гипотеза возникновения объекта. |  |

**Задания по вариантам.**

**Вариант 1:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Марс.
2. Проведите анализ карликовых планет Солнечной системы.

**Вариант 2:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Юпитер.
2. Проведите анализ метеоритов.

**Вариант 3:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Уран.
2. Проведите анализ метеоров Солнечной системы.

**Вариант 4:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Меркурий.
2. Проведите анализ Пояса астероидов Солнечной системы.

**Вариант 5:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Сатурн.
2. Проведите анализ комет Солнечной системы.

**Вариант 6:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Нептун.
2. Проведите анализ болидов Солнечной системы.

**Вариант 7:**

1. Проведите сравнительную характеристику планеты Венера.
2. Проведите анализ Пояса Койпера.

***Контрольные вопросы:***

1. Назовите критерий, который позволяет определить небесное тело как планету.
2. Что такое пояс астероидов?

***Домашнее задание:***

*Задание №63*. Заполните таблицу, представленную в практической работе.

**Тема: «Понятие инерции. Инерция в космосе»**

**Урок № 50**

Теоретический материал

Инерция - неотъемлемое свойство движущейся материи. Галилео Галилей первый объяснил явление инерции. Исаак Ньютон сформулировал "закон инерции": всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока действия со стороны других тел не изменят этого состояния.

**Если бы не было инерции?**

Представим на минуту, что произошло бы в мире, если бы мгновенно исчезло свойство тел, которое мы называем инерцией. Луна упала бы на Землю. Планеты упали бы на Солнце, движение тела могло бы осуществляться только под действием силы и прекращалось бы с исчезновением последней. Таким образом, инерция – выражение единства материи и движения. Земля является лишь одним из миллиардов небесных тел в бесконечной Вселенной. Нашим ближайшим соседом в космосе и одновременно единственным естественным спутником является Луна (d=3475 км, от Земли Луна удалена в среднем примерно на 385 000 км). Двигаясь по инерции, Луна должна удаляться от Земли. Почему же этого не происходит?

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое инерция?
2. Если бы инерция не существовала?
3. Должна ли луна удаляться от земли?

***Домашнее задание:***

*Задание №64*. Подготовить реферат на тему «Инерция в космосе».

**Урок № 51**

Теоретический материал

В 1687 г. Исаак Ньютон впервые нашел обоснованное объяснение тому, почему планеты вращаются вокруг Солнца, а Луна - вокруг Земли. Согласно хорошо известной всем легенде, Ньютон однажды сидел в саду и увидел падающее с дерева яблоко. Он спросил себя, почему яблоко упало на землю, а Луна на неё не падает? Учёный увлёкся этой простой лишь на первый взгляд проблемой, тесно связанной с Галилеевым законом свободного падения, и пришел к понятию силы тяготения. Упавшее на Землю яблоко навело его на мысль, что одна и та же сила притягивает яблоко к земле и удерживает Луну на её орбите вокруг Земли. Мы называем эту силу гравитацией, силой тяжести или силой земного притяжения. Если эта красивая история про яблоко - правда, то именно это яблоко было самым важным в истории науки.

Луна притягивается к Земле на 0,0013 м/сек. Но Луна также движется по инерции, на 1,3 мм/сек отдаляясь от земли. В результате движения складываются и Луна движется по траектории, близкой к окружности.

***Контрольные вопросы:***

1. Существует ли инерция в космосе?
2. Почему планеты вращаются вокруг Солнца, а Луна - вокруг Земли?
3. Кто первым дал объяснение тому, что луна вращается вокруг земли?

***Домашнее задание:***

*Задание №65.* Подготовить реферат на тему «Если бы не было инерции?».

**Урок № 52**

Теоретический материал

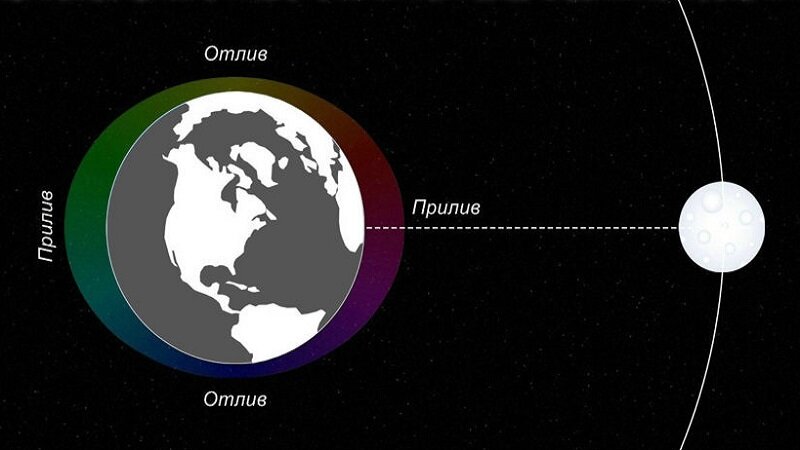
**Притяжение Луны Землёй.**

В 1687 г. Исаак Ньютон впервые нашел обоснованное объяснение тому, почему планеты вращаются вокруг Солнца, а Луна - вокруг Земли. Согласно хорошо известной всем легенде, Ньютон однажды сидел в саду и увидел падающее с дерева яблоко. Он спросил себя, почему яблоко упало на землю, а Луна на неё не падает? Учёный увлёкся этой простой лишь на первый взгляд проблемой, тесно связанной с Галилеевым законом свободного падения, и пришел к понятию силы тяготения. Упавшее на Землю яблоко навело его на мысль, что одна и та же сила притягивает яблоко к земле и удерживает Луну на её орбите вокруг Земли. Мы называем эту силу гравитацией, силой тяжести или силой земного притяжения. Если эта красивая история про яблоко - правда, то именно это яблоко было самым важным в истории науки.

Луна притягивается к Земле на 0,0013 м/сек. Но Луна также движется по инерции, на 1,3 мм/сек отдаляясь от земли. В результате движения складываются и Луна движется по траектории, близкой к окружности.

Что такое лунные приливы и отливы?

Как оказалось, два раза за сутки происходит повышение и понижение уровня воды на водных просторах [Земли](https://kosmosgid.ru/planety/zemlya). Это связано с притяжением Луной отдельных частиц с земной поверхности. То есть, те элементы, которые находятся ближе к ней, притягиваются сильнее (расстояние между ними уменьшается), и наоборот. А так как наша планета беспрерывно вращается, то и влияние на определенные частицы меняется. Наибольшее влияние оказывается на водную оболочку.  
Так вот, сторона, обращенная к Луне в определенный промежуток времени, испытывает большую силу притяжения к ней. В результате вода на этой стороне поднимается, образуя прилив, тем самым снижая уровень воды на противоположной стороне, формируя отлив.  
Кроме того, из-за земного вращения приливная волна движется в направлении с запада на восток. А также она опережает лунное движение. В свою очередь, эта борьба на опережение увеличивает скорость движения Луны. Собственно говоря, вот и причина её удаления от Земли.



Лунные приливы и отливы

Однако, перемещение воды в океанах влияет и на саму планету. Поскольку приливная волна практически постоянно наталкивается на материки, что создает для неё препятствия. В итоге, эти преграды, вращение планеты и лунная гравитация вызывают силу, которая действует противоположно земной поверхности. Как результат, происходит уменьшение скорости вращения [Земли](https://kosmosgid.ru/planety/zemlya) вокруг своей оси. Поэтому мы наблюдаем увеличение продолжительности оборота планеты, и соответственно увеличение продолжительности дня. Конечно, процесс данного роста протекает очень медленно. Но его наличие отрицать сложно.

Как видно, любой происходящий процесс на планете, нашей или любой другой, обязательно связан с какими-либо процессами на других объектах. Это могут быть как земные, скажем ближние, объекты, так и космические тела. Все во [Вселенной](https://kosmosgid.ru/vselennaya) взаимосвязанно и непрерывно. Вероятно, наша задача не просто узнать и изучить взаимодействие, но и использовать накопленные знания для поддержания и сохранения жизни.

***Контрольные вопросы:***

1. К чему пришел Ньютон, размышляя над проблемой: почему яблоко упало на землю, а Луна на неё не падает?
2. С какой скоростью Луна притягивается к Земле?
3. По какой траектории движется Луна?
4. Что такое лунные приливы и отливы?
5. Какова причина возникновения лунных приливов и отливов?

***Задания:***

*Задание №66*:

1. Создать макет движения траектории Луны вокруг Земли.

***Домашнее задание:***

*Задание №67.* Создать макет и продемонстрировать опыт Ньютона для силы тяготения.

**Урок № 53**

**Теоретический материал**

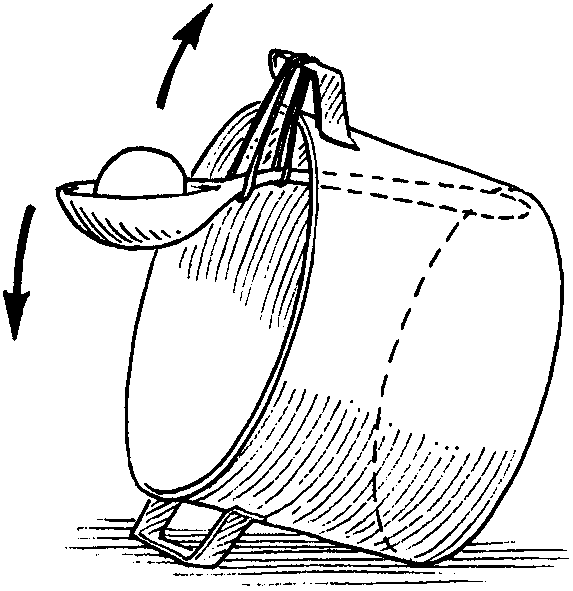
«Механика» (греч.) - «сложное, затейливое приспособление, хитрая штука», впоследствии «мастерство», относящееся к машинам.

В Древней Греции механика считалась не наукой, а ремеслом. Аристо­тель, живший в V веке до н. э. определял так: «Под механикой понимаем мы ту часть практического искусства, которая помогает нам разрешать затруд­нительные вопросы».

Механика как наука выделилась из геометрии, но долгое время находи­лась в пренебрежении, так как в рабовладельческой Греции ремесло, труд, а вместе с ними и физический эксперимент считался делом низким, недостой­ным свободного гражданина.

Однако, знаменитый геометр Греции Архимед известен изобретениями многих механизмов и машин. «Игрушками геометрии» называл эти изобре­тения греческий философ Плутарх, но в то же время, тот же философ в одном из своих сочинений пишет о том, как пригодились подобные «игрушки» при защите осажденных римлянами Сиракуз.

Про какие же машины пишет Плутарх и на каком физическом явлении основано их действие? (катапульты, баллисты; действие основано на явлении инерции)

Рассмотрите рисунок и объ­ясните устройство катапульты, затем самим изготовить простейшую ката­пульту.

Кстати сказать, в наше время катапульта снова нашла применение в во­енном деле: с помощью современных катапульт запускают самолеты с палуб авианосцев и других кораблей, где не хватает места для обычного разбега. Конечно, устройство современных катапульт совсем другое, но принцип тот же - инерция движения.

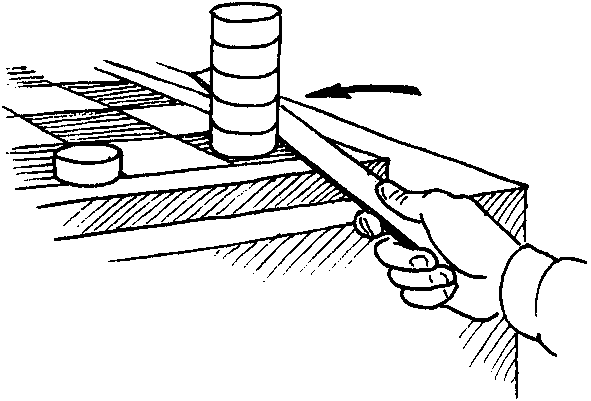
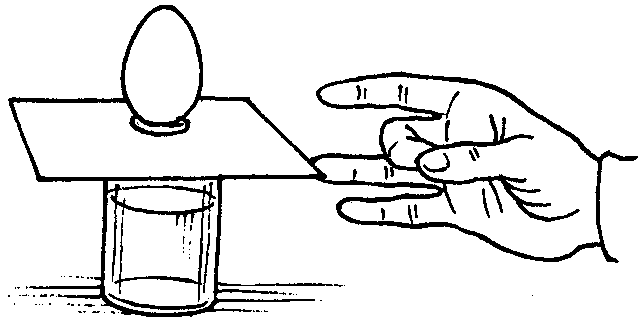
Клоуны в цирках изумляют иногда публику тем, что сдергивают ска­терть с накрытого стола, но вся столовая посуда - тарелки, стаканы, бутылки - невредимо остаются на своих местах. Но здесь нет ни чуда, ни обмана - это дело ловкости, упорства и длительных тренировок.

Тело, находящееся в покое, стремится сохранять это состояние до тех пор, пока действия со стороны других тел не изменит этого состояния.

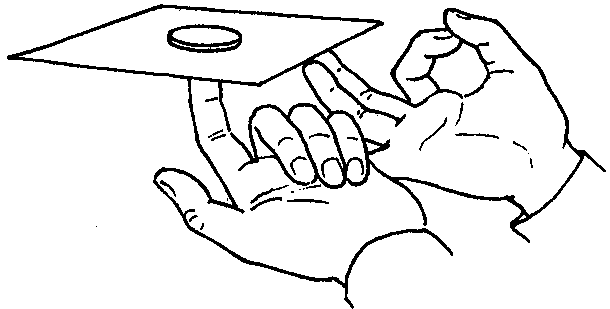
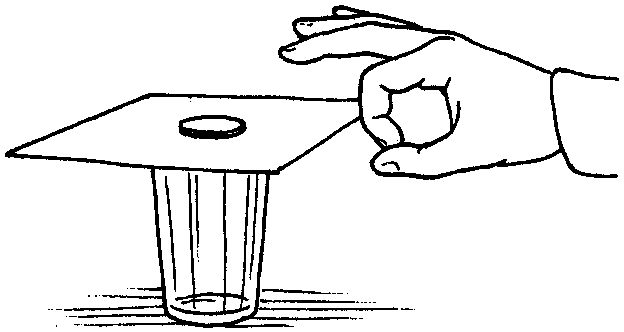
Практическая часть (**Практическая работа №8**)

Попробуем проделать следующие опыты:

*Опыт 1 Опыт 2*

*Опыт 3 Опыт 4*

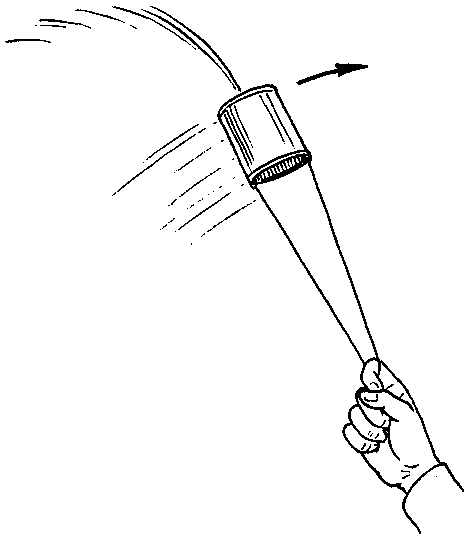
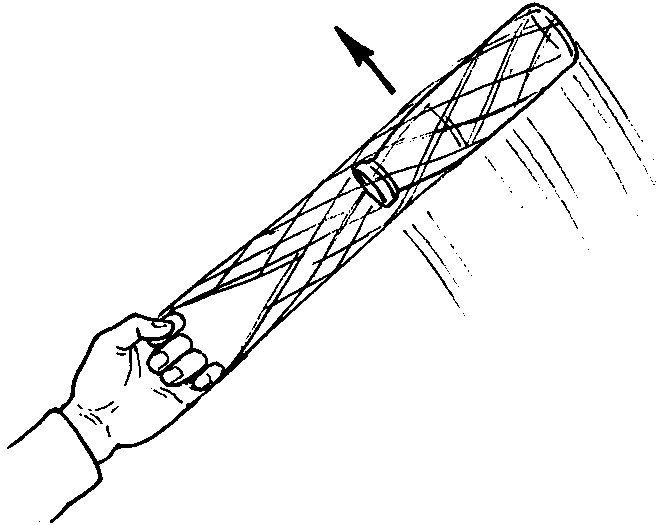
 

Во всех показанных опытах проявляется инерция покоя (инертность тел) - тело стремится сохранять это состояние, если оно уже находится в покое. Но если тело движется, тогда оно стремится продолжать свое движение.

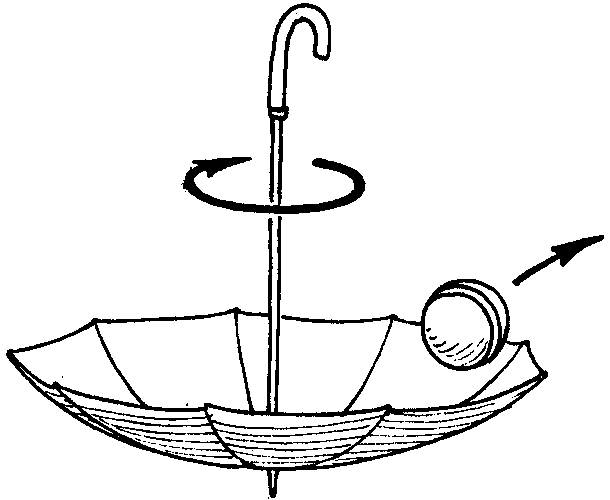
Наиболее распространенное движение в технике - вращательное. Но та­кое движение возможно только при наличии связи, удерживающей движу­щееся тело на окружности. Камень, привязанный к веревке, может двигаться по окружности, но может эту веревку и разорвать. Можно раскрутить бутыл­ку в пакете, ручки его при этом натягиваются, а если в бутылку налить воды, то при быстром вращении ни одна капля не выльется. Бутылка стремится ле­теть прямо, лететь по инерции, а пакет не пускает. Бутылка сопротивляется, натягивает пакет. Вода в банке тоже стремится двигаться по инерции, прямо. Но банка не пускает, заворачивает по кругу. Вода сопротивляется, давит на дно. И если в дне дырочка, то что будет происходить?

Из нее будет бить фонтан!

*Опыт 5 Опыт 6*

**

*Опыт 7*

Работа центробежного насоса, центрифуги, веялки, сепаратора - все это примеры использования инерции при вращательном движении. Но быстро вращающийся шкив, маховое колесо, циркулярная пила и другие части ма­шин должны вращаться со скоростью, не превышающей допустимую.

Итак, явление инерции в одних случаях может принести вред, в других -пользу. Чего же больше - вреда или пользы - от этого явления?

***Контрольные вопросы:***

1. Связаны ли процессы, происходящие на Земле, с процессами, происходящими на других комических объектах?
2. Назовите самое распространенное движение в технике.
3. Может ли явление инерции принести вред?

***Домашнее задание:***

*Задание №68.* Повторить опыты, представленные в практической работе. Дать объяснение явлениям, которые происходят при проведении опытов.

**Тема: «Итоговое занятие»**

**Урок № 54**

Итоговый контроль

Во время занятия проводится итоговая аттестация в виде тестирования.

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровни освоения программы** | **Результат** |
| Высокий уровень освоения программы | Учащиеся проявляют высокий уровень интереса к изучаемым темам, демонстрируют отличное знание материала, владеют терминологией и могут правильно ее использовать при описании рассмотренных технических решений. Могут грамотно формулировать собственные технические решения и предлагать области их применения. Итоговый тест показывает не менее 80% правильных ответов. |
| Средний уровень освоения программы | Учащиеся проявляют достаточный уровень интереса к изучаемым темам, демонстрируют хорошее знание материала, владеют терминологией и в основном могут её использовать при описании рассмотренных технических решений. Могут формулировать собственные технические решения с небольшим количеством ошибок. Обоснование технических решений и области применения не всегда аргументировано. Итоговый тест показывает не менее 60% правильных ответов. |
| Низкий уровень освоения программы | Учащиеся проявляют недостаточный уровень интереса к изучаемым темам, демонстрируют плохое знание материала, в недостаточной мере владеют терминологией и не всегда могут её использовать при описании рассмотренных технических решений. Не могут обосновать технические решения без большого количества ошибок и достаточного количества аргументов. Итоговый тест показывает не менее 40% правильных ответов. |

***Критерии оценки:***

* оценка «отлично» – правильные ответы на 15 вопросов и выше,
* оценка «хорошо» – если дано от 10 до 14 правильных ответов,
* оценка «удовлетворительно» – если дано от 7 до 9 правильных ответов,
* оценка «неудовлетворительно» – если дано менее 6 правильных ответов.