



Глава 1: Земля и Луна

• Что такое Луна?

Луна – естественный спутник. Обычно спутники вращаются вокруг планет, но есть также спутники, которые вращаются вокруг астероидов и карликовых планет. В Солнечной системе более 160 спутников, которые вращаются вокруг планет. Из восьми планет только две не имеют спутников.

• Рекомендуемый фильм

- Луна
- Измерение Луны



Дополнительные вопросы

В1. Как вычислить расстояние до Луны?

Во время миссии “Аполлона” на Луне были оставлены отражатели. С Земли с помощью лазера на эти отражатели направляется лазерный луч. При этом фиксируется время, когда сигнал был излучён. Отражённый от прибора на Луне свет возвращается в телескоп. Определив точное время, за которое луч света проходит расстояние от Земли до Луны и обратно, можно установить расстояние от источника излучения до отражателя (с точностью до нескольких сантиметров). Свет проходит расстояние до Луны и обратно за 2,5 секунды. Зная скорость света, мы можем вычислить это расстояние, что примерно равно 380 000 км. Это сопоставимо с диаметром Земли, что составляет около 12 800 км.

Такие эксперименты также используются для измерения размеров ядра Луны и проверки теории гравитации. Эти измерения предоставили точную информацию относительно вращения Луны. Результаты также показывают, что Луна имеет небольшое жидкое ядро, и что она удаляется от Земли примерно на 4 см каждый год.

Кроме предоставления информации о системе Луна-Земля, эти измерения также показали, что универсальная гравитационная постоянная не изменилась более чем на одну стотриллиардную часть с начала эксперимента. Это говорит о стабильности силы гравитации. С помощью измерений была проверена общая теория относительности, которая описывает форму орбиты Луны. Пока результаты согласуются с уравнениями Эйнштейна, но планируется провести более точные измерения. Эти измерения должны дать результаты с точностью до нескольких миллиметров.

В2. Что такое затмение?

Луна вращается вокруг Земли, а Земля вращается вокруг Солнца. Логично, что иногда Луна будет проходить между Солнцем и Землей и заслонять свет от Солнца. Луна в 400 раз меньше Солнца, но в 400 раз ближе к Земле. Поэтому они кажутся одного размера, и Луна полностью закрывает Солнце. Это необычно, но, вероятно, это просто совпадение. Это явление носит временный характер. Луна постепенно удаляется от Земли (примерно на 4 см каждый год), и только в один миг в течение нескольких сотней миллионов лет Луна и Солнце становятся одного размера на небе.

Затмения происходят гораздо реже, чем мы могли бы ожидать. Орбита Луны наклонена на 5° по отношению к Земле, и поэтому она не часто проходит прямо перед Солнцем.

Дополнительный вопрос

В3. Видим ли мы Луну как-то иначе в южном полушарии?

Да. То как выглядит Луна зависит от того, с какой точки Земли вы смотрите на нее. В Австралии и Великобритании Луна выглядит по-разному. В Австралии Луну видят перевернутой, и смена фаз, по-видимому, происходит с противоположного направления. Представьте, что вы находитесь на Северном полюсе и смотрите горизонтально на Луну. А затем представьте, что делаете то же самое на Южном полюсе. Луну мы увидим перевернутой по сравнению с её видом с Северного полюса.

По этой причине в северном полушарии, когда Луна растет (становится ярче), она увеличивается справа налево. Когда Луна стареет (становится темнее), то левая сторона является последней частью, которую мы видим прежде, чем она совсем исчезнет.

В южном полушарии это происходит в обратном порядке. Луна растет слева направо и стареет справа налево.

ДИАГРАММА 01:



• Как образовалась Луна?

Существует много различных теорий о происхождении Луны.

Некоторые теории предполагают, что Земля и Луна могли образоваться в одно время. Материя разделилась на две части, или от Земли отделилась часть, которая затем превратилась в Луну.

Но минеральный состав Луны показывает, что Луна и Земля образовались по-разному. Если бы Луна отделилась от Земли, она должна была бы вращаться очень быстро, и это сейчас было бы заметно по их орбитам.

Есть другое предположение, что Луна была объектом, притянутым гравитацией Земли. Однако мы знаем, что состав Луны слишком похож на состав Земли для того, чтобы они были совершенно разными телами.

На сегодняшний день наиболее общепринятой теорией является то, что Луна образовалась в результате столкновения между Землей и другим большим телом, которое называют Тейей. В результате осколки этого столкновения сформировали Луну.

• Рекомендуемый фильм

- Луна
- Близнец Земли

Дополнительные вопросы

В4. Имеются ли какие-либо образцы с Луны?

Миссиями “Аполлон” привезено почти 400 кг лунного грунта. Беспилотные Советские миссии “Луна” в 1970-х годах также вернулись с образцами лунной пыли. Есть также десятки лунных метеоритов, упавших на Землю.

Лунная порода крайне сухая и не содержит воды. Радиоактивное датирование показало, что эти породы имеют возраст около 4,5 миллиарда лет. Это значит, что Луна сформировалась через примерно 30 миллионов лет после образования Солнечной системы. Состав породы показывает, что большая часть Луны когда-то находилась в расплавленном состоянии. Кроме того, по соотношению изотопов кислорода эти породы очень похожи на горные породы Земли. Это говорит о том, что часть Луны когда-то была частью Земли.

Большинство лунных пород “Аполлона” хранятся в Космическом центре имени Джонсона в Техасе и считаются бесценными. Небольшое количество образцов было разослано в качестве подарков для правительства и должностных лиц. В 2002 году двое рабочих в НАСА украли образцы Луны, это было обнаружено, и сотрудников арестовали.

В5. Есть ли вода на Луне?

Вода не может быть на поверхности Луны, но есть предположение, что, возможно, вода есть в темных кратерах на ее полюсах. Различные зонды обнаруживали воду, но данные по-прежнему неокончательные. Если вода существует на Луне, то в будущем людям будет проще построить базу на Луне.

• Есть ли на Луне день и ночь?

Да. Луна совершает полный оборот вокруг своей оси каждые 27,3 дней. День на Луне на самом деле длиннее этого. Вследствие вращения системы Земля-Луна вокруг Солнца день длится около 29,5 наших дней. Время, требуемое Луне для полного оборота вокруг своей оси, равно времени полного оборота вокруг Земли. Поэтому только одна сторона Луны всегда обращена к Земле. Невидимая сторона известна как темная сторона Луны.

• Рекомендуемый фильм

– Темная сторона Луны

• Рекомендуемые упражнения

– Используйте лампу и два мяча, чтобы продемонстрировать изменение фазы Луны.

– Продемонстрируйте синхронное вращение Земли и Луны. Один человек должен встать посередине (Земля) и кружиться или стоять на месте (только вращение Луны сейчас имеет значение). Второй человек (Луна) должен одновременно медленно вращаться на месте (это вращение Луны) и вращаться вокруг человека – Земли. Должна быть достигнута такая скорость, что человек-Луна, вращаясь вокруг Земли, всегда будет обращен лицом к человеку-Земле. Это происходит, когда Луна вращается вокруг Земли: скорость обуславливает то, что мы видим только одну сторону или лицо.



Дополнительные вопросы

В6. Почему Луна синхронно вращается с Землей?

Возможно, Луна вращалась бы быстрее вокруг своей оси, но гравитация Земли оказывает приливную силу на Луну. Это приводит к тому, что Луна слегка деформируется таким же образом, как океаны на Земле под воздействием Луны. Со временем это вызвало замедление ее вращения. Мы можем предположить, что гравитация Луны имеет такой же эффект на Землю, и это в конечном итоге приведет к тому, что Земля будет всегда обращена к Луне одной и той же стороной. Однако масса Луны составляет всего 1% массы Земли, поэтому это займет миллиарды лет.

В7. Когда Луна “неполная”, почему видна темная часть?

Это называется земным свечением. Свет от Солнца отражается от Земли и частично освещает Луну. Этот свет используется для измерения количества света, отраженного от Земли (альбедо). Эти измерения используются в исследованиях климата Земли и глобального потепления.

В8. Почему мы можем видеть Луну в дневное время?

Луна и Солнце зачастую находятся на одной стороне от Земли. Когда такое происходит, Луну можно увидеть в дневное время. Однако небо днем очень яркое, поэтому Луна чаще невидима или трудно различима.

Глава 2: Влияние Луны

• Каковы были бы последствия, если бы у Земли не было Луны?

Ось Земли, вокруг которой она вращается, наклонена под углом $23,5^\circ$. Это значит, что в течение полугода одно полушарие находится дальше от Солнца, чем другое, и получает меньше солнечного света, тем самым вызывая изменение времен года на Земле. Угол наклона меняется на 2° каждые 40 000 лет. Это означает, что ориентация оси меняется постепенно. Находясь под углом $23,5^\circ$, Северный полюс завершает круг каждые 26 000 лет.

Орбита Луны стабилизирует вращение Земли. Без Луны ось вращения Земли была бы совсем другой, и угол наклона увеличивался бы значительно больше, чем на 2° каждые 40 000 лет. Океанские приливы и отливы значительно сократились бы без Луны (хотя гравитационное притяжение Солнца будет по-прежнему вызывать небольшие приливы). Считается, что без Луны жизнь никогда не возникла бы на Земле.

• Рекомендуемые фильмы

- Жизнь без Луны
- Луна и ее влияние на жизнь

Дополнительный вопрос

В9. Влияет ли Луна на людей?

Слово “лунатик” происходит от древней веры в то, что лунные циклы оказывают влияние на поведение человека. Считается, что “лунный эффект” влияет на уровень преступности и психические заболевания. Однако исследования показали, что, хотя лунный цикл может повлиять на людей физиологически, он не имеет никакого влияния на поведение человека.

• Что является причиной приливов и отливов?

Гравитационная сила Луны убывает с расстоянием. По этой причине сторона Земли, находящаяся ближе всего к Луне, испытывает наибольшую гравитационную силу, и вода на этой стороне образует выпуклость по направлению к Луне.

Земля также притягивается к Луне. Так как сила Луны слабее на противоположной стороне Земли, вода притягивается к Луне меньше, и поэтому там образуется выпуклость, направленная от Луны.

На поверхности Земли сила притяжения Солнца больше гравитационной силы Луны. Однако Солнце находится гораздо дальше, поэтому разница между силами на ближней и дальней сторонах Земли очень маленькая. Это означает, что приливо-отливное явление, обусловленное силой притяжения Солнца, гораздо меньше.

Приливо-отливные явления встречаются и в других частях Солнечной системы. Воздействие Солнца на Меркурий производит гораздо большую приливную силу, чем воздействие Луны на Землю. Под действием этой силы деформируется поверхность Меркурия.

• Рекомендуемый фильм

– Луна и сизигийные приливы



Сила притяжения Луны влияет на приливы и отливы

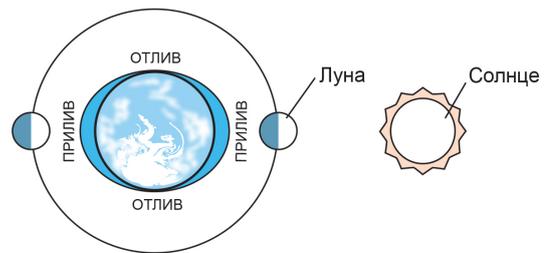
ДИАГРАММА 02:



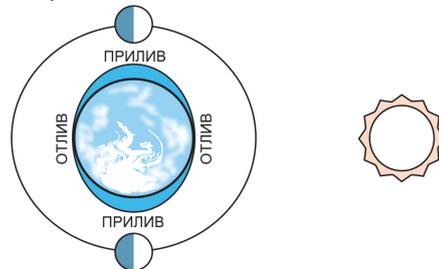
Луна и приливы и отливы

ФИЗИКА • НАША СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА • ЛУНА

Сизигийные приливы



Квадратурный прилив



Дополнительный вопрос

В10. Почему приливная выпуклость находится на стороне Земли, удаленной от Луны, и направлена не к ней?

Вы, возможно, ожидали, что приливная выпуклость на дальней стороне будет направлена в сторону Луны так же, как и на ближней стороне. Вместо этого выпуклость направлена в противоположную сторону. Наверное, это очевидное противоречие сложно понять без учета вращательного движения Луны и Земли.

Для простоты давайте рассмотрим противоположный случай. Представим, что одинаковые выпуклости образуются на Земле под действием Луны. Луна вращается вокруг Земли. Ближняя сторона притягивается очень сильно, в результате чего появляется выпуклость, тогда как на дальней стороне сила действует слабее. Луна вращается, следуя по круговой траектории под воздействием гравитационного притяжения Земли, которое создает центростремительную силу. Все, что на дальней стороне Луны, как бы “держится пальцами”, а “ноги летают” по воздуху. Гравитационная сила Земли не такая мощная на дальней стороне, поэтому образуется выпуклость или “летающие ноги”.

Эта выпуклость на противоположной стороне является примером того, что раньше называлось центробежной силой, но теперь мы используем термин центростремительная сила.

Также можно предположить, что Земля притягивается через воду и становится ближе к Луне. Это происходит из-за воздействия центростремительной силы. Но она не действует на воду на противоположной стороне, и таким образом, образуется выпуклость наружу.

Глава 3: Отправляясь на Луну

• Насколько легко полететь на Луну?

Полет на Луну имеет несколько сложностей. Во-первых, ракета должна достичь достаточной скорости, чтобы покинуть поверхность Земли и выйти на орбиту. По достижению Луны корабль должен достаточно снизить скорость, чтобы совершить мягкую посадку. Чтобы вернуться, он должен покинуть Луну, а затем осуществить достаточное снижение скорости перед приземлением.

Миссии “Аполлона” следовали по 8 траекториям. Вначале использовались массивные ракеты “Сатурн V”, чтобы достичь низкой околоземной орбиты. Оттуда они увеличивали скорость, чтобы покинуть орбиту и выйти на лунную орбиту. Затем ракета запускала лунный модуль, замедляла ускорители, чтобы сойти с орбиты и совершить посадку на Луну.

После того, как миссия была выполнена, взлетная ступень лунного модуля стартовала с поверхности Луны и на орбите стыковалась с командным отсеком. Лунный модуль затем отбрасывался, и экипаж летел обратно на Землю на основной ракете. Достигнув Земли, ракета входила в атмосферу с использованием защитных щитов, чтобы выдержать нагревание от трения. Затем использовали парашюты, чтобы замедлить спуск и благополучно приземлиться.



Базз Олдрин садится на Луну
(изображение получено с оригинальных кадров полета)

Дополнительные вопросы

В11. Насколько тяжело полететь на Луну?

Космонавты не отправлялись на Луну с 1972 года. Космические ракеты НАСА сейчас доставляют астронавтов только на низкую околоземную орбиту. Программа “Созвездие” была предназначена для отправки астронавтов на Луну, используя массивные ракеты “Арес”, но президент Обама объявил, что эта программа была отменена в начале 2010 года.

В дополнение к этому, космические путешествия – дело опасное. В 1967 году три астронавта погибли в результате пожара на “Аполлоне-1” во время тестового запуска. А в 1970 году несчастный случай на борту “Аполлона-13” чуть ли не привел к смерти трех членов экипажа. Примерно в то же время четыре советских космонавта погибли в двух авариях. В 1986 году семь астронавтов погибли, когда космический корабль “Челленджер” разбился вскоре после запуска. А в 2003 году еще семеро погибли, когда космический корабль “Колумбия” разбился при входе в атмосферу.

В12. Как программа Аполлон доставила астронавтов на Луну?

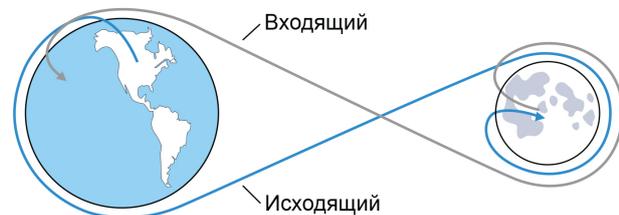
Американская программа “Аполлон” использовала огромные ракеты “Сатурн V”. Высота такой ракеты составляла 100 м, а масса – 3000 тонн. Эти ракеты были разработаны с помощью Вернера фон Брауна и других немецких ученых, которые были взяты в плен после Второй мировой войны и перевезены в США. Эти ученые использовали свой опыт проектирования и конструирования ракет V2 для Германии в работе над американской космической программой.

ДИАГРАММА 03:



Траектория миссий Аполлона

ФИЗИКА • НАША СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА • ЛУНА



- Рекомендуемый фильм
– Давайте полетим на Луну

• Зачем летать на Луну?

После второй мировой войны две сверхдержавы, СССР и США, вступили в холодную войну. Это привело к огромной напряженности и конкуренции между ними.

В 1957 году Советский Союз запустил “Спутник-1”, первый искусственный спутник. Это и другие достижения Советского Союза, такие как первый полет человека в космос, привели к жесткой конкуренции между двумя странами. В 1961 году президент Кеннеди объявил, что США намеревается отправить человека на Луну к концу десятилетия.

Хотя две сверхдержавы якобы конкурировали за технологическое превосходство в космосе, они на самом деле демонстрировали свой военный потенциал. Во время холодной войны США считала, что если Россия может отправить человека в космос, то она легко может направить ракету на Нью-Йорк.

• Рекомендуемый фильм

– Человек на Луне: Часть 1

Дополнительный вопрос

В13. Является ли Великая Китайская стена единственным построенным человеком объектом, который можно увидеть с Луны?

Нет. В действительности ни один построенный человеком объект нельзя увидеть с Луны. Великой Китайской стены, скорее всего, не видно даже с низкой околоземной орбиты на высоте 160 км.

• Что сделали астронавты Аполлона?

Программа “Аполлон” была предназначена для выполнения обещания президента Кеннеди. Астронавты были отобраны из военных летчиков-испытателей. “Аполлон-11” совершил посадку на Луну в 1969 году. После последовало еще пять полетов.

Во время шестого полета астронавты собрали образцы пород, сфотографировали лунную поверхность и провели эксперименты. Последний полет состоялся в 1972 году, и с тех пор астронавты не отправлялись на Луну.

• Рекомендуемый фильм

– Человек на Луне: Часть 2



Телевизионный кадр астронавтов Аполлона на Луне

• Тест

Луна

Основной

• За какое время (примерно) Луна совершает полный оборот вокруг Земли?

- А – 1 день
- В – 1 месяц
- С – 1 год

• Насколько Луна меньше Земли?

- А – одна шестая часть Земли
- В – половина Земли
- С – четверть Земли

• Из чего состоит Луна?

- А – из горных пород
- В – из льда
- С – из железа

• Почему Луна светится?

- А – Луна – это звезда, и она излучает свет
- В – Луна отражает свет от Солнца
- С – Луна отражает свет от Земли

Углубленный

• Сколько спутников имеет Юпитер?

- А – 1
- В – около 20
- С – больше 60

• Что из перечисленных является спутником Юпитера?

- А – Титан
- В – Калисто
- С – Диона

• Сколько спутников существует в Солнечной системе?

- А – 8
- В – около 50
- С – больше 160

• Почему кратеры на Луне не исчезают со временем?

- А – Луна имеет очень тонкий слой атмосферы
- В – Луна вращается очень медленно
- С – кратеры состоят из твердых пород

Луна

Основной

• Почему нам кажется, что Луна меняет свою форму?

- А – Форма Луны не является идеальной сферой
- В – Потому что Земля вращается
- С – Некоторая часть находится в тени

Углубленный

• Каково среднее расстояние до Луны?

- А – 10 000 км
- В – 384 000 км
- С – 2 000 000 км

• Какова поверхность Луны?

- А – гладкая
- В – сухая и каменная
- С – каменная с заполненными водой кратерами

• Ответы

Луна

Основной

• За какое время (примерно) Луна совершает полный оборот вокруг Земли?

А – 1 день

С – 1 год

• Насколько Луна меньше Земли?

А – одна шестая часть Земли

В – половина Земли

• Из чего состоит Луна?

В – изо льда

С – из железа

• Почему Луна светится?

А – Луна – это звезда, и она излучает свет

С – Луна отражает свет от Земли

Углубленный

• Сколько спутников имеет Юпитер?

А – 1

В – около 20

• Что из перечисленных является спутником Юпитера?

А – Титан

С – Диона

• Сколько спутников существует в Солнечной системе?

А – 8

В – около 50

• Почему кратеры на Луне не исчезают со временем?

В – Луна вращается очень медленно

С – кратеры состоят из твердых пород

Луна

Основной

• Почему нам кажется, что Луна меняет свою форму?

А – Форма Луны не является идеальной сферой

В – Потому что Земля вращается

С – Некоторая часть находится в тени

Углубленный

• Каково среднее расстояние до Луны?

А – 10 000 км

В – 384 000 км

С – 2 000 000 км

• Какова поверхность Луны?

А – гладкая

В – сухая и каменная

С – каменная с заполненными водой кратерами