**23.03.20г.**

**Тема: Законы движения планет – законы Кеплера.**

**Ход урока:**

1. **Новый материал (20мин).**

|  |  |
| --- | --- |
| Гелиоцентрическая система Н. Коперника | Планеты движутся по круговым орбитам (считалось с древнейших времен – по окружности).  Планеты движутся равномерно |

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok9/ris1.1.jpg | Но между предвычисленным и наблюдаемым положением планет существовало различие – это выявил австрийский астроном – основоположник теоретической астрономии [**ИОГАН КЕПЛЕР**](http://astro.websib.ru/istor/5/Glava5.htm) (27.12.1571 – 15.11.1630). Он впервые решился пересмотреть причины движения планет вокруг Солнца, Луны вокруг Земли. Он ошибался в оценке природы притягивающей силы, но догадывался, что Солнце искажает притяжением пути планет, которые стремятся двигаться по прямой.    Работая в Праге учеником у **Тихо Браге** (1546-1601, Дания) он унаследовал результатов кропотливых и многолетних наблюдений Тихо Браге за планетой Марс – подробные таблицы наблюдения движения Марса и на их основе (этих данных) вывел законы движения планет (но не объяснил их т.к. не был открыт И. Ньютоном закон всемирного тяготения), преодолев предрассудки о равномерном движении по “самой совершенной” кривой – окружности. Открытие этих законов явилось важнейшим этапом в развитии гелиоцентризма. Позднее, после открытия Ньютоном закона всемирного тяготения, законы Кеплера были выведены как точное решение **задачи двух тел**. ***Открытые законы носят имя Кеплера***.    Для построения орбиты планет (на примере Марса) Кеплер перейдя от экваториальной системы координат к системе координат, указывающих его положение в плоскости орбиты принял в приближении орбиту Земли окружностью. Для построения орбиты применил способ показанный на рисунке, отсчитывая прямое восхождение от точки весеннего равноденствия на положение нескольких противостояний Марса. Проведя по полученным точкам плавную кривую получил эллипс и нашел формулу описывающую орбиту планеты X=е\*sin (а)+M.  CD- «Red Shift 5.1» – нахождение сегодняшнего положения Марса и его характеристика по выведенным таблицам. |

**1ый закон Кеплера.** [открыт в 1605 году, напечатан в 1609г в книге “Новая астрономия ….”= вместе с 2-м законом].  
Определение: ***Орбита каждой планеты есть эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.***

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok9/1205.gif | **Эллипс- *замкнутая кривая, у которой сумма расстояний от любой точки до фокусов постоянна* (const).**      Если расстояние F1F2 обозначить 2с, а длину веревки считать 2а, то в системе координат, где ось ОХ совпадает с линией F1F2, а начало совпадает с серединой отрезка F1F2, эллипс задается уравнением **х2 : а2 + у2 : в2 = 1**. Числа **а** и **в** задают размеры полуосей эллипса. Если **а = в**, то эллипс превращается в окружность.  **Форма эллипса (степень отличая от окружности -  “сплюснутость”) характеризуется *эксцентриситетом: е=с/а* (форм.14), где *а* большая полуось орбиты, а *с=OF* расстояние от центра эллипса до его фокуса.**  При *е=с=0* эллипс превращается в окружность, а при *е=1* в отрезок. **Приложение IХ.**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Планета** | **а** | **е** | **планета** | **а** | **е** | **карликовая планета** | **а** | **е** | | Меркурий | 0,39 | 0,206 | Юпитер | 5,20 | 0,048 | Плутон | 39,52 | 0,253 | | Венера | 0,72 | 0,  07 | Сатурн | 9,54 | 0,054 | Эрида | 67,67 | 0,442 | | Земля | 1,00 | 0,017 | Уран | 9,19 | 0,046 | Седна | 486,0 | 0,850 | | Марс | 1,52 | 0,093 | Нептун | 30,07 | 0,008 | **Церера** | **2,80** | **0,089** | |
| **Большая полуось орбиты Земли (среднее расстояние Земли от Солнца) – расстояние, принятое за астрономическую единицу. 1а.е.=149 597 868 ± 0,7 км ≈ 149,6 млн. км.** | |
| ris1**Для эллиптической орбиты планеты характерны относительно Солнца точки:**  **Перигелий (греч. Пери – возле, около)** ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты (для Земли 1-5 января). В перигелии  южное полушарие Земли получает солнечной энергии на 6% больше, чем северное полушарие.  **Афелий (греч. Апо – вдали)** наиболее удаленная от Солнца точка орбиты планеты (для Земли 1-6 июля).  Учитывая греческие названия планет, характерные точки эллиптической орбиты ее спутников будут иметь собственные названия. Так Луна – Селена (переселений, апоселений), Земля – Гея (перигей, апогей). | |

**2ый закон Кеплера. [открыт в 1601 году, напечатан в 1609г в книге “Новая астрономия ….”= вместе с 1-м законом].**

**Определение: *Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.***

|  |
| --- |
| Kepler2    Называют ***законом площадей***. Заштрихованные площади фигур равны за равные промежутки времени. Из чертежа дуги разные, отсюда **υп>υа**, т.е в перигелии **υmax**, а в афелии **υmin**.      По закону сохранения энергии полная механическая энергия замкнутой системы, между которыми действует сила тяготения, остается неизменной при любых движениях тел этой системы. Поэтому сумма кинетической и потенциальной энергии планеты неизменна во всех точках орбиты. По мере приближения к Солнцу кинетическая энергия планеты возрастает а ее потенциальная энергии уменьшается.       В соответствии со вторым законом Кеплера, орбитальная скорость обратно пропорциональна радиус-вектору. Поэтому скорость движения Земли по орбите также не постоянна, а изменяется от 29,5 км/с в афелии (июль) до 30,3 км/с в перигелии (январь). Соответственно, и расстояние от осеннего до весеннего равноденствия на орбите Земля проходит быстрее, чем противоположную, летнюю часть, а весна и лето в Северном полушарии на 6 суток продолжительнее осени и зимы. Например, Земля проходила точку перигелия, ближайшую к Солнцу, в 1998 году 04 января в 21 часов 15 минут 1 секунду всемирного времени UT. При этом ее расстояние от Солнца составляло 147099552 км. Противоположную точку орбиты, афелий, Земля проходила 3 июля 1998 года в 23 часа 50 минут 11 секунд всемирного времени UT. При этом Земля была от Солнца на расстоянии 152095605 км, т.е. на 5 миллионов километров больше. Это изменение расстояния до Солнца также хорошо заметно по изменению его видимого углового размера, который от 32´34» в январе уменьшается до 31´30» в июле.  Поток энергии от Солнца, падающий на Землю, изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Поэтому зимы в северном полушарии менее суровые, чем в южном, а лето в северном полушарии более прохладное. |

**3ый закон Кеплера. (Гармонический закон) [открыт в 1618 году, напечатан в 1619г в книге “Гармония мира”].**

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok9/for1.jpg | Определение: ***Квадраты звездных (сидерических) периодов обращения планет относятся между собой как кубы больших полуосей их орбит.*** |
| **Законы Кеплера применимы не только для планет, но и к движению их естественных и искусственных спутников.** | |

1. **Закрепление материала** 
   1. Пример №4 (стр.42) просмотреть и записать решение.
   2. Задача Противостояние некоторой планеты повторяется через 2 года. Чему равна большая полуось ее орбиты?
   3. Задача Отношение квадратов периодов обращения двух планет равно 8. Чему равно отношение больших полуосей этих планет?
   4. Задача С помощью CD- «Red Shift 5.1» определите в этом году время нахождения Земли в перигее и апогее.

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok9/RisSad.jpg | **Задача**  “Спутник-1”, запущенный 4 октября 1957г на орбиту Земли имел перигей 228 км и апогей 947 км при периоде обращения 96,2 мин. Определите большую полуось и эксцентриситет орбиты. |

**Итог:**

1) Какие законы движения мы изучили?

2) На чем основывался Кеплер, открывая свои законы?

3) Что такое перигелий, афелий?

4) Когда Земля обладает наибольшей кинетической энергией, наименьшей?

5) Как найти эксцентриситет?

6) О каких периодах вращения синодических или сидерических идет речь в третьем законе Кеплера?

7) У некоторой малой планеты большая полуось орбиты равна 2,8 а.е., а эксцентриситет равен нулю. Чему равна малая полуось ее орбиты?

8) Оценки

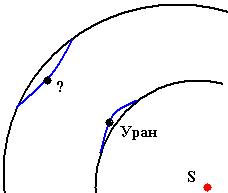
**Домашнее задание**: вопросы. Сообщение ученика = Книга “Астрономия в ее развитии” = Рождение великого закона .

**Тема: Обобщение и уточнение Ньютоном законов Кеплера**

**Ход урока:**

1. **Новый материал**
2. **Закон всемирного тяготения.**Сообщение ученика = Книга “Астрономия в ее развитии” = Рождение великого закона (стр. 38).

|  |  |
| --- | --- |
| **Повторение законов Кеплера:**zak3 **I.** Все планеты Солнечной системы вращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых находится Солнце. **II.** Радиус-вектор планеты за одинаковые промежутки времени описывает равные площади: скорость движения планет максимальна в перигелии и минимальна в афелии. **III.** Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца соотносятся между собой, как кубы их средних расстояний от Солнца: | |
| for1Исаак НЬЮТОН (1643-1727) в 1686г в 3-х книгах «Математические начала натуральной философии», излагает учение о всемирном тяготении и теорию движения небесных тел.  **Сила тяготения между Солнцем и планетой пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними**. | **Гравитация** – общее свойство всех тел природы.  ***Для небесных тел объясняет:***   * почти все движения * многие процессы образование и развитие небесных тел |
| Можно показать упрощенный вывод закона Всемирного тяготения описан в учебнике физики для X классов физико-математических школ под редакцией А.А. Пинского. Если планеты движутся по почти круговым орбитам, их центростремительные ускорения равны: http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/a_e.gif, где *Т* – период обращения планеты вокруг Солнца, *R* – радиус орбиты планеты. Из III закона Кеплера http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/1.gifили http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/2.gif. Следовательно, ускорение любой планеты независимо от ее массы обратно пропорционально квадрату радиуса ее орбиты: http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/3.gif. Согласно II закону Ньютона, сила *F*, сообщающая планете это ускорение, равна: http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/4.gif(1) сила, действующая на любую планету, прямо пропорциональна массе планеты и обратно пропорциональна квадрату расстояния от нее до Солнца.    Согласно III закону Ньютона, сила *F'*, действующая на планету со стороны Солнца, равна ей по модулю, противоположна по направлению и равна http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/5.gif: где *М* – масса Солнца.    Поскольку *F* = *F'*,http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/6.gif=http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/7.gif.   Обозначим http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/8.gifгде G – постоянная величина. Тогда http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/9.gifи выражение (1) можно записать в виде известной нам формулы закона Всемирного тяготения: http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/10.gif | |
| **Законы Кеплера *как движутся***, то **ЗВт**  ***почему так движутся***.  4 закона (3 закона Кеплера и 3Вт) основные законы **Небесной механики** – ***раздела астрономии, исследующего движение небесных тел под действием взаимного притяжения***. Понятие “небесная механика” ввел в 1799г **Пьер Симон Лапласс** (1749-1827, Франция) в астрономии исследовал сложные случаи возмущенного движения космических тел (вековые возмущения Юпитера, Сатурна, Луны; фигуры планет; движение полюсов Земли; первая теория движения спутников Юпитера и динамической теории приливов; обоснование механической устойчивости Солнечной системы). Пятитомный «Трактат о небесной механике» стал классическим трудом и в течении 50 лет был основным руководством для астрономов в данном разделе науки. | |

**2. Возмущения, открытие других планет.** С глубокой древности, видимые невооруженным глазом, людям были известны 5 планет (Какие?). Н. Коперник научно обосновал, что Земля тоже планета СС.  
   В 1781г Уильям **Гершель** (1738 – 1822, Англия) 13 марта в 10ч вечера открыл Уран (правда считал, что это комета и лишь через 4 месяца российский астроном **А.И. Лексель** (1740 –1784) указал, что это планета.  
Астрономы рассчитали орбиту Урана, используя законы небесной механики, но скоро выяснилось, что Уран отклоняется от Кеплеровской (эллиптической) орбиты. Почему?  
    **1.** Действие Сатурна или Юпитера (выяснилось, – нет).  
    **2.** За Ураном есть еще планета?  
Изменения характеристик движения космических тел вследствие притяжения со стороны других космических тел, помимо центрального, называются **возмущениями** и наблюдаются в виде отклонений от траекторий, вычисленных на основе задачи 2-х тел (законов Кеплера). **Невозмущенным** называется довольно редкий вид движения космических тел, строго подчиняющегося законам Кеплера.  
    Закон всемирного тяготения решает задачу взаимодействия двух тел, а тут задача взаимного притяжения трех тел. В реальных ситуациях космические системы только из 2-х тел встречаются сравнительно редко. Чаще приходится описывать движение 3-х небесных тел, определяя движение 2-х тел относительно третьего или всех трех тел относительно центра масс (например, для системы Земля – Луна – Солнце). Точное решение задачи 3-х тел (Зундман, 1912г) носит очень сложный характер и, как правило, заменяется приближенным решением.  
**Джон Адамс** (1819-1892, Англия) – студент, начав с 1844г расчеты, к сентябрю 1845г указал, где искать новую планету. Но ни профессор Кембриджского университета **Уэллис**, ни директор Гринвичской обсерватории **Джорж Эри** (1801-1892) не предприняли ее поиска –проигнорировали расчеты молодого математика.  
    Во Франции **Урбен Леверье** (1811-1877) так же решил сверхсложную задачу в 1846г используя теорию возмущений, опубликовал три статьи и 18 сентября отправил письмо астроному Берлинской  обсерватории **Иогану Галле** (1812-1910), который 23 сентября 1846г в 52' от указанного места **открыл 8-ю планету – Нептун**. Кстати, в конце 1612 – начале 1613г в журнале наблюдений **Г.Галилея** есть зарисованная звездочка- это был Нептун, но ни он, ни **Лаланд**, наблюдавший Нептун 8 и10 мая 1795г, не обратили внимания.

   13 марта 1930г **Клайд Томбо** (1906-1997, США) сообщает об открытии девятой планеты – Плутона (исключен 24.08.2006г из числа больших планет). Орбита была рассчитана еще в 1905г американскими астрономами **Персиваль Ловелл** (на фото у него был Плутон, но он не обратил на это внимания) и **Эдуардом Пикеринг** (1846- 1919) подтверждена в 1915г.

   Расчеты, позволившие открыть 8-ю и 9-ю планеты (а так же ряд астероидов) доказали справедливость закона всемирного тяготения.

**3. Законы Кеплера в формулировки Ньютона.**  
    Сформулировав задачу двух тел (m1, m2 со скоростями v1, v2) и решая ее с помощью высшей математики (находя коэффициенты тел под действием силы взаимного притяжения) Ньютон вывел все законы Кеплера из Закона Всемирного тяготения, при этом открыл и разработал дифференциальное и интегральное исчисление. **Спутниками** космических объектов называются объекты, вращающиеся вокруг них (общего центра тяжести) под действием сил тяготения. Луна – единственный естественный спутник Земли, а искусственных спутников Земли (ИСЗ) в настоящее время насчитывается свыше 7500. Спутники есть у всех планет Солнечной системы, кроме Меркурия и Венеры. У больших астероидов тоже есть спутники – астероиды поменьше. Все планеты Солнечной системы можно считать спутниками Солнца. Наша Галактика имеет 2 больших спутника – галактики Большое и Малое Магелланово Облако и более 30 других звездных систем поменьше.

***I-й закон Кеплера***

- формулировка;

- понятие эллипса и формы эллипса;

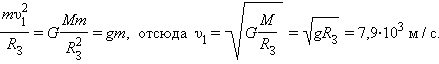
- ближайшая и наиболее удаленная точка орбиты;

- астрономическая единица.

     Допуская неподвижность одного тела, Ньютон доказывает: ***Под действием силы тяготения одно небесное тело по отношению к другому может двигаться по окружности, эллипсу, параболе и гиперболе*** (виды канонического сечения). ([гравитационные сферы планет](http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/sfer.htm)).

    Первому закону подчиняется и форма орбиты искусственных небесных тел, которая зависит от модуля и направления начальной скорости.

**Зависимость формы орбиты от скорости:**

**1.** Круговая – **υo**=7,91 км/с.      Для ИСЗ, запускаемых на околоземные низкие орбиты (*h* = 200 км), **υ**I =7,78 км/с. В общем виде первую космическую скорость можем найти по формуле http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/1-1-1.gif

**2.** Эллиптическая (разной степени вытянутости орбиты): **2** – υ=9 км/с, **3** – υ = 11,1 км/с (облет Луны – сильно вытянутый эллипс).

**3.** Параболическая **4** – **υ2**= υo.√2 =11,19 км/с (тело становится ИС Солнца) http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/1-2.gifВ общем виде вторую космическую скорость можно найти по формуле http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/1-2-1.gif

**4.** Гиперболическая  **5** – **υ3**= υ2.√2 =16,67 км/с (при скорости υ3 >12 км/с полет к ближайшим планетам, а при скорости υ3>16,7 км/с полет к дальним планетам СС.

    Скорость, с которой запущенный с Земли КЛА покинет пределы Солнечной системы, называют иногда третьей космической скоростью. Она равна сумме скоростей движения Земли вокруг Солнца и II космической скорости КЛА относительно Земли, **υ***III* = 42 км/с.

     Для формирование знаний об истории космонавтики лучше использовать внеклассное занятие, или отдельный урок с выступлениями учащихся по предложенной тематике. Часть материала по истории космонавтики [здесь](http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/ist-kos.htm).

***2-й закон Кеплера***  
1) формулировка;   
2) изменение скорости и энергии.  
          Закон не потребовал уточнения.  
  
***3-й закон Кеплера***  
- формулировка;   
- комментарий формулы.

|  |  |
| --- | --- |
| И. Ньютон решая задачу двух тел, вращающихся вокруг общего центра, найдя их получаемые ускорения из закона всемирного тяготения и через угловую скорость центростремительное ускорение получил уточненный 3-й закон Кеплера с массами тел. Вывод может выглядеть так: | |
| Угловая скорость их обращения вокруг центра масс равна http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/11.gif, где *Т* – период обращения. Тогда центростремительное ускорение тел:http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/12.gif ,http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/13.gif  (2), где *r*1 и *r*2 – расстояния тел от центра масс системы.  Приравнивая выражения (1) и (2), получим:http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/14.gif, http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/15.gif(3). Складывая почленно выражения (3), получим:http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/16.gif  → http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/17.gif(4). В правой части выражения (4) находятся лишь постоянные величины, откуда следует его справедливость для любой системы двух гравитационно взаимодействующих тел. Для двух космических систем это выражение запишется в виде уточненного III закона Кеплера:http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/18.gif →http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/for/19.gif | |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok10/3-nevt.jpg(17) | **Квадраты сидерических периодов планет, умноженные на сумму масс Солнца и соответствующей планеты, относятся как кубы больших полуосей орбит планет.** Закон применим не только для планет, но и спутников и позволяет определить массу любого тела в связанной системе движущихся тел. (***запомнить, что в сумме масс всегда ставится объект и его спутник***). |

1. **Закрепление материала**

**Итог:**

1) Закон всемирного тяготения?

2) В чем заключалось уточнение Ньютоном 1-го закона Кеплера?

3) В чем заключалось уточнение Ньютоном 3-го закона Кеплера?

4) Оценки

**Домашнее задание:**  вопросы и задания.

**Задачи:**1. Деймос, один из спутников Марса, отстоит от планеты на расстоянии 23500 км и совершает один оборот вокруг Марса за 30 часов 18 минут. Зная среднее расстояние Земли от Солнца и сидерический период Земли, вычислите отношение масс Марса и Солнца.  
2. Какую скорость должна иметь на старте с поверхности Луны (Марса) ракета, доставляющая на Землю образцы грунта?

**30.03.20г.**

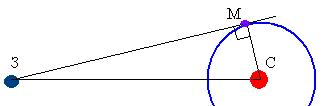
**Тема: Определение расстояний до тел СС и размеров этих небесных тел.**

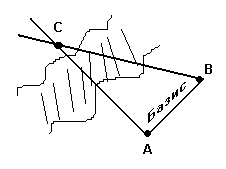
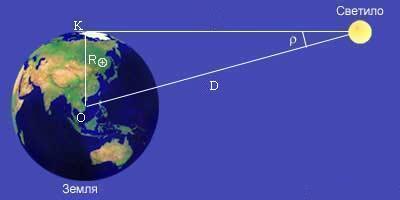
**Ход урока:**

**I. Опрос учащихся . Диктант.**

1. Ученый, создатель гелиоцентрической системы мира.
2. Ближайшая точка орбиты ИСЗ.
3. Значение астрономической единицы.
4. Основные законы небесной механики.
5. Планета, открытая на «кончике пера».
6. Значение круговой (I космической) скорости для Земли.
7. Отношение квадратов периодов обращения двух планет равно 8. Чему равно отношение больших полуосей этих планет?
8. В какой точке эллиптической орбиты ИСЗ имеет минимальную скорость?
9. Немецкий астроном, открывший законы движения планет
10. Формула третьего закона Кеплера, после уточнения И. Ньютона.
11. Вид орбиты межпланетной станции, посланной для облета Луны.
12. Чем отличается первая космическая скорость от второй.
13. В какой конфигурации находится Венера, если она наблюдается на фоне диска Солнца?
14. В какой конфигурации Марс ближе всего к Земле.
15. Виды периодов движения Луны=(временных)?

**II Новый материал**

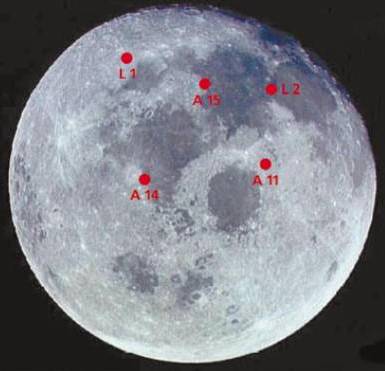
**1) Определение расстояний до небесных тел.**   
     В астрономии нет единого универсального способа определения расстояний. По мере перехода от близких небесных тел к более далеким одни методы определения расстояний сменяют другие, служащие, как правило, основой для последующих. Точность оценки расстояний ограничивается либо точностью самого грубого из методов, либо точностью измерения астрономической единицы длины (а. е.).  
**1-й способ:** (известен) По третьему закону Кеплера можно определить расстояние до тел СС, зная периоды обращений и одно из расстояний.  
http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/f2.gifПриближённый метод.

**2-й способ:** Определение расстояний до Меркурия и Венеры в моменты элонгации (из прямоугольного треугольника по углу элонгации).  
**3-й способ:** Геометрический (параллактический).  
***Пример:*** Найти неизвестное расстояние АС.  
  [АВ] – Базис - основное известное расстояние, т. к. углы САВ и СВА – известны, то по формулам тригонометрии (теорема синусов) можно в ∆ найти неизвестную сторону, т. е. [CА]. *Параллактическим  смещением называется изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя.*  
***Параллакс- угол*** (АСВ), ***под которым из недоступного места виден базис*** (АВ - известный отрезок). **В пределах СС за базис берут экваториальный радиус Земли R=6378км.**

     Пусть К - местонахождение наблюдателя, из которого светило видно на горизонте. Из рисунка видно, что из прямоугольного треугольника гипотенуза, расстояние **D** равно: http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/f5.GIF, так как при малом значении угла если выражать величину угла в радианах и учитывать, что угол выражен в секундах дуги, а **1рад =57,30=3438'=206265"**, то и получается вторая формула.

***Угол (ρ) под которым со светила, находящегося на горизонте (┴ R - перпендикулярно лучу зрения) был бы виден экваториальный радиус Земли называется горизонтальным экваториальным параллаксом светила.***  
Т.к. со светила никто наблюдать не будет в силу объективных причин, то горизонтальный параллакс определяют так:

1. измеряем высоту светила в момент верхней кульминации из двух точек земной поверхности, находящихся на одном географическом меридиане и имеющем известные географические широты.
2. из полученного четырехугольника вычисляют все углы (в т. ч. параллакс).

**Из истории:** Первое измерение параллакса (параллакса Луны) сделано **в 129г** до НЭ **Гиппархом** (180-125, Др. Греция).  
    Впервые расстояния до небесных тел (Луны, Солнца, планет) оценивает **Аристотель** (384-322, Др. Греция) в 360г до НЭ в книге «О небе» →слишком не точно, например радиус Земли в 10000 км.  
    **В 265г** до НЭ **Аристарх Самосский** (310-230, Др. Греция) в работе «О величине и расстоянии Солнца и Луны» определяет расстояние через лунные фазы. Так расстояния у него до Солнца (по фазе Луны в 1 четверти из прямоугольного треугольника, т. е. впервые использует базисный метод: ЗС=ЗЛ/cos 87º≈19\*ЗЛ). Радиус Луны определил в 7/19 радиуса Земли, а Солнца в 6,3 радиусов Земли (на самом деле в 109 раз). На самом деле угол не 87º а 89º52' и поэтому Солнце дальше Луны в 400 раз. Предложенные расстояния использовались многие столетия астрономами.  
    **В 240г** до НЭ **ЭРАТОСФЕН** (276-194, Египет) произведя измерения 22 июня в Александрии угла между вертикалью и направлением на Солнце в полдень (считал, что раз Солнце очень далеко, то лучи параллельны) и используя записи наблюдений в тот же день падения лучей света в глубокий колодец в Сиене (Асуан) (в 5000 стадий = 1/50 доли земной окружности (около 800км) т. е. Солнце находилось в зените) получает разность углов в 7º12' и определяет размер земного шара, получив длину окружности шара 39690 км (радиус=6311км). Так была решена задача определения размера Земли, используя астрогеодезический способ. Результат не был произведён до 17 века, лишь астрономы Багдадской обсерватории в 827г немного поправили его ошибку.   
   **В 125г** до НЭ **Гиппарх** довольно точно определяет (в радиусах Земли) радиус Луны (3/11 R⊕) и расстояние до Луны (59 R⊕).  
Точно определил расстояние до планет, приняв расстояние от Земли до Солнца за 1а.е., **Н. Коперник**.  
    **Наибольший горизонтальный параллакс имеет ближайшее тело к Земле - Луна. Р◖=57'02"; а для Солнца   Р=8,794"**  
**Задача 1**: учебник ***Пример № 6 -*** Найти расстояние от Земли до Луны, зная параллакс Луны и радиус Земли.  
**Задача 2** : (самостоятельно). На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, если его параллакс 0,9". [из формулы D=(206265/0,9)\*6378= 1461731300км = 1461731300/149600000≈9,77а.е.]  
**4-й способ** Радиолокационный: **импульс→объект →отраженный сигнал→время**. Предложен советскими физиками **Л.И. Мандельштам** и **Н.Д. Папалекси**. Быстрое развитие радиотехники дало астрономам возможность определять расстояния до тел Солнечной системы радиолокационными методами. В 1946г была произведена первая радиолокация Луны Баем в Венгрии и в США, а в 1957-1963гг — радиолокация Солнца (исследования солнечной короны проводятся с 1959г), Меркурия (с 1962г на = 3.8, 12, 43 и 70 см), Венеры, Марса и Юпитера (в 1964 г. на волнах  = 12 и 70 см), Сатурн (в 1973 г. на волне  = 12.5 см) в Великобритании, СССР и США. Первые эхо-сигналы от солнечной короны были получены в 1959 (США), а от Венеры в 1961 (СССР, США, Великобритания). По скорости распространения радиоволн *с* = 3  105 *км/сек* и по промежутку времени *t* (*сек*) прохождения радиосигнала с Земли до небесного тела и обратно легко вычислить расстояние до небесного тела.  
http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/f6.gifVЭМВ=С=299792458м/с≈3\*108 м/с.  
     Основная трудность в исследовании небесных тел методами радиолокации связана с тем, что интенсивность радиоволн при радиолокации ослабляется обратно пропорционально четвертой степени расстояния до исследуемого объекта. Поэтому радиолокаторы, используемые для исследования небесных тел, имеют антенны больших размеров и мощные передатчики. Например, радиолокационная установка центра дальней космической связи в Крыму имеет антенну с диаметром главного зеркала 70 м и оборудована передатчиком мощностью несколько сотен кВт на волне 39 см. Энергия, направляемая к цели, концентрируется в луче с углом раскрыва 25'.  
    Из радиолокации Венеры, уточнено значение астрономической единицы:    1 а. е.=149 597 870 691 ± 6м ≈149,6 млн.км., что соответствует Р=8,7940". Так проведенная в Советском Союзе обработка данных радиолокационных измерений расстояния до Венеры в 1962-75гг (один из первых удачных экспериментов по радиолокации Венеры провели сотрудники Института радиотехники и электроники АН СССР в апреле 1961г антенной дальней космической связи в Крыму, = 39 см) дала значение 1 а.е. =149597867,9 ±0,9 км. XVI Генеральная ассамблея Международного астрономического союза приняла в 1976г значение 1 а.е.=149597870±2 км. Путем радиолокации с КА определяется рельеф поверхности планет и их спутников, составляются их карты.  
  Основные антенны, используемые для радиолокации планет:  
   = Евпатория, Крым, диаметр 70 м, = 39 см;  
   = Аресибо, Пуэрто Рико, диаметр 305 м, = 12.6 см;  
   = Голдстоун, Калифорния, диаметр 64 м,  = 3.5 и 12.6 см, в бистатическом режиме прием осуществляется на системе апертурного синтеза VLA.  
  
     С изобретение Квантовых генераторов (**лазера**) в 1969г произведена первая лазерная локация Луны (зеркало для отражения лазерного луча на Луне установили астронавты США «Ароllо - 11» 20.07.69г), точность измерения составили ±30 см. На рисунке показано расположение лазерных уголковых отражателей на Луне, установленных при полете КА "Луна-17, 21" и "Аполлон - 11, 14, 15". Все, за исключением отражателя Лунохода-1 (L1), работают и сейчас.   
Лазерная (оптическая) локация нужна для:   
-решение задач космических исследований.   
-решение задач космической геодезии.   
-выяснения вопроса о движении земных материков и т.д.   
      
  
**2) Определение размеров небесных тел.**  
  
**а) Определение радиуса Земли.**

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/ris3.png | АОВ=n=φА-φВ(разность географических широт) е=АВ - длина дуги вдоль меридиана т.к. е10=е/n=2πR/3600 ,то http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/f7.gif[форм 21].   Аналогичным способом в 240г до НЭ (рисунок выше) определяет радиус Земли географ **Эратосфен**.**L/800=3600/7,20** |

**б) Определение размера небесных тел**.

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/4.gif | Р-параллакс. ρ - угловой радиус светила Из прямоугольных треугольников дважды используя формулу R=r. sin ρ (чертёж) получим http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/2.GIF[форм. 22] |

**III. Закрепление материала**

1. **Пример**
2. CD- "Red Shift 5.1" - Определить на данный момент удаленность нижних (планет земной группы, верхних планет, планет гигантов) от Земли и Солнца в а.е.
3. Угловой радиус Марса 9,6", а горизонтальный параллакс 18". Чему равен линейный радиус Марса?
4. Каково расстояние между лазерным отражателем на Луне и телескопом на Земле, если импульс возвратился через 2,43545с?
5. Расстояние от Земли до Луны в перигее 363000км, а в апогее 405000км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях.
6. [Тест](http://astro.websib.ru/Met/Me/test-kar/t-2.htm) с картинками по главе 2.
7. Дополнительно, для тех кто сделал - кроссворд.

|  |  |
| --- | --- |
| http://astro.websib.ru/Met/tem-2/Urok11/KROS.jpg | 1. Планета СС 2. Ближайшая к Земле точка орбиты ИСЗ 3. Ученый, создатель гелиоцентрической системы мира 4. Угол под которым со светила виден R Земли 5. Ученый, направивший первым в 1609г телескоп на небо 6. Сторона горизонта |

**Итог:**

1) Что такое параллакс?

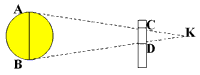
2) Какими способами можно определить расстояние до тел СС?

3) Что такое базис? Что принимается за базис для определения расстояния до тел СС?

4) Как зависит параллакс от удаленности небесного тела?

5) Как зависит размер тела от угла?

6)  **Оценки**

**Домашнее задание:** ; вопросы и задания .Повторить полностью вторую главу.   
Можно задать по данному разделу подготовить кроссворд, опросник, реферат об одном из ученых-астрономов или истории астрономии (один из вопросов или направлений).  
   Можно предложить **практическую работу** "Определение размера Луны".  
   В период полнолуния, используя две соединенные под прямым углом линейки, определяются видимые размеры лунного диска: поскольку треугольники KCD и КАВ подобны, из теоремы о подобии треугольников следует, что: АВ/СD=KB/KD. Диаметр Луны АВ = (CD.KB)/KD. Расстояние от Земли до Луны берёте из справочных таблиц (но лучше, если сумеете вычислить его сами).

**: Система Земля-Луна.**

**Ход урока:**

1. **Новый материал** 
   1. **Деление планет на группы:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Земная группа.** | **Общее** | **Планеты- гиганты.** | **Общее** |
| 1.Меркурий  2.Венера  3.Земля (двойная)  4.Марс | небольшие размеры и масса  большая ρср.  медленное осевое вращение  мало (нет) спутников  твердая поверхность | 1.Юпитер  2.Сатурн  3.Уран  4.Нептун | большие размеры и масса  малая ρср (сравнима с Н2О)  быстрое осевое вращение  большое число спутников  кольца  мощные Н-Не атмосфере. |
| 1. Размер и масса планеты указывают на действующую силу тяжести и способность планеты удерживать атмосферу (при Vмолек<Vпарабол (для Земли =11,2 км/с)). 2. Плотность атмосферы и ее химический состав определяют степень поглощения в ней излучений идущих от Солнца и из космоса. 3. Вращение вокруг оси - это смена дня и ночи (сутки), выравнивание температуры. 4. Температура на поверхности зависит от удаленности от Солнца и наличия атмосферы. | | | |

**2. Космическая эра.**

     Наблюдение за телами Солнечной системы кроме оптических, последние 40 лет осуществляется различными КА. У истоков начала космической эры стоит Россия.

(***приложение:*** ***Важнейшие даты в освоении космического пространства*** – конец учебника).

4 октября 1957г  запущен первый ИСЗ (“Спутник-1”, СССР).

12 апреля 1961г  первый полет человека в космос (Ю.А.Гагарин, СССР, КК “Восток”).

     Сейчас космические просторы бороздят сотни КА различного назначения в основном таких государств как: Россия, США (эти две страны доминирующие в освоении космического пространства). А также Китай, Япония и другие государства. Пилотируемые полеты осуществляются в России, США и в Китае.

**3. Основные движения Земли.**

1. ***Движение вокруг Солнца*** по эллиптической (е=0.0167) со скоростью 29,8км/с ( ≈30км/с ). Обнаружено **Дж. Брадлеем** в 1728г - аберрация света, т.е звезды описывают эллипсы в течение года с полуосью примерно 20,5".
2. ***Вращение вокруг оси***. Смена времени суток. Ось все время // сама себе и наклонена к плоскости под углом 66°34' - как следствие смена времен года.
3. ***Движение в пространстве совместно с СС в направлении звезды υ Бернулеса*** со скоростью 20 км/с.
4. ***Движение в пространстве совместно с СС вокруг центра Галактики*** со скоростью 250 км/с в направлении созвездия Лебедя.

**4. Форма Земли.**   
    К началу нашего летоисчисления считали, что Земля – шар. К 1684г **И. Ньютон** доказал, что Земля сжатый эллипсоид (по полюсам).  
    Геодезические измерения (первые **Эратосфеном**) в 240г до НЭ в Египте), затем в начале 11 века в Арабском халифате **Аль-Бируни**, позже, особенно грандиозные в России **В.Я.Струве** в 1816-1855гг от Северного Ледовитого океана до Дуная и другие измерения доказали что Земля эллипсоид.  
    Позже выяснено, что форма Земли имеет более сложную фигуру - **геоид** (грушевидная форма).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Длина меридиана в 1° | около экватора = 110,6 км  вблизи полюсов = 111,7 км | Сегодня экваториальный радиус 6378,140 км полярный радиус 6356,755 км. ***Средний радиус считают 6371 км, а экваториальный 6378 км***. |
| Сжатие можно определить по формуле **е= (a-b)/a**, где **а** – большая полуось эллипса; **b** – малая полуось. | | Сжатие Земли составляет 1:298,257 |
| Вычислив размер Земли, можно определить ее массу и среднюю плотность, считая приближенно Землю шаром. | | |
| из **F=m.g=G (M.m)/R2** находим **М=(g.R2)/G**≈**5,9736.1024**кг | | þср=М/V=5,515кг/м3 |

**5.** [**Луна**](http://astro.websib.ru/System/Sol_Sistema3/Lyna.htm) **- спутник Земли.**

Единственный естественный спутник Земли – Луна, удаленный в среднем от Земли на 384400км (±21000 км). Из-за большого размера (четверть Земли) систему Земля-Луна называют двойной планетой и центр масс находится на расстоянии 4671км от центра Земли (именно он движутся вокруг Солнца по эллиптической орбите).

|  |  |
| --- | --- |
| Luna-1 | Луна светит отраженным светом и вид фазы (освещенной части Луны) зависит от взаимногоLuna расположения Солнца, Земли и Луны. ***Фаза - отношение площади освещенной части видимого диска Луны ко всей его площади*** (= отношению толщины освещенной части диска к ее диаметру).  **р -** Луна растет после новолуния, наблюдается вечером  **с**  - Луна старая (убывающая после полнолуния),  наблюдается утром.  *Кстати: найдите ошибку художника на этом рисунке.*       Полный цикл смены фаз (**синодический месяц**) составляет примерно 29,5 суток .       Полный оборот вокруг Земли (**сидерический месяц**) Луна совершает примерно за 27,3 суток. |
| Участвуя в суточном движении небесной сферы, Луна быстро перемещается по небу: 360о:27,32≈13о/сут  по направлению с запада на восток (каждые сутки кульминация запаздывает на 24:27,32≈50 мин) | |

**6.** [**Затмения**](http://astro.websib.ru/Met/tem-3/Urok12/satm.html)

|  |  |
| --- | --- |
| Cjl-sat  Последовательность фаз кольцеобразного солнечного затмения 24 декабря 1973г (с восхода Солнца, период 1,5 ч.) | ***Явление, при котором свет от небесного тела временно затемняется другим телом.***    Орбита Луны вокруг Земли наклонена к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца на 5,1°. Поэтому время от времени эти три тела оказываются в соединении. Тогда происходит затмение Солнца или Луны. В течение месяца, благоприятного для затмений может произойти одно солнечное, или два солнечных и лунное затмение. Следующее необходимое для затмений расположение лунной орбиты произойдет только через пол года (177-178 суток).  **Виды солнечного затмения**:  **1.** ***частное-*** закрывает часть солнечного диска***,***  ***2. кольцевое***- закрывает полностью Солнце - диаметр Луны меньше солнечного***,***  ***3. полное*** (центральное)- закрывает полностью Солнце - диаметр Луны больше солнечного.  *Солнечное затмение происходит в новолуние, максимальная длительность 7 мин 40сек. Максимальная ширина тени при этом, прочерчиваемая по поверхности Земли 264 км (полутени около 6000км).*  **Виды лунного затмения:**  ***1. частное* -** тень Земли закрывает часть Луны.  ***2. полное*** - тень Земли закрывает полностью Луну.  *Лунное затмение происходив в полнолунии и максимальная его продолжительность  1 час 44 мин.* |

      **Затмения повторяются** (египетское - **сарос**), что связано с поворотом плоскости  лунной орбиты. Малый сарос составляет 6585,32 сут (≈18 лет 10,3 дней). За это время происходит 70-71 затмение (42-43 солнечных и 28 лунных) и в следующем саросе затмения повторяются в этом же порядке. В любой серии сароса  каждое затмение происходит приблизительно на 8 часов позже и почти на 120° долготы западнее предыдущего затмения.  Сарос известен с времен **Фалеса Милетского** (624-547), хотя египтяне и китайцы знали о нем еще раньше. Большой сарос составляет 19756 сут (54г 34 сут) - повторение почти одинаковых затмений, который меняется в течение 1000 лет другой серией.

**II. Закрепление материала**

1. Решается самостоятельно **задача:** Под каким углом с Земли на краю лунного диска можно увидеть гору высотой 6 км?
2. Решается самостоятельно **задача:** На краю лунного диска с Земли видна гора под углом 0,02'. Найти высоту горы, если угловой диаметр Луны 30', а линейный 3468 км.
3. стр 60. Пример 6
4. Индивидуальные карточки по теме "[Затмения. Фазы Луны](http://astro.websib.ru/Met/tem-3/Urok12/ind-k.htm)" (Н.Н. Гомулиной).

**Итог:**

1) Почему систему Земля-Луна называют двойной планетой?

2) Что такое сидерический и синодический период обращения Луны и чему он равен?

3) День начала космической эры.

4) Когда бывают лунные и солнечные затмения, их причина? Что такое сарос?

5) Наиболее продолжительным (примерно 7 мин.) полное затмение бывает, когда Земля находится вблизи афелия своей орбиты, а Луна – вблизи перигея. Почему?

6) Почему затмения не наблюдаются каждый месяц?

7) Как происходит смена фаз Земли на небе Луны?

8) Каков минимально возможный промежуток времени между солнечным и лунным затмением?

9) Сдать контрольную работу, кроссворд, практическую и опросчик (что задавалось).

10) **Оценки.**

**Домашнее задание:** вопросы и задания . Можно предложить для увлекающихся астрономией сделать сообщения (доклад) на тему "Затмения":  
 - Солнечные затмения (или одно конкретное)  
 - Лунные затмения (или одно конкретное)  
 - Влияние затмений на судьбы людей (из истории)  
 - Затмения этого года и т.д.