**Определение расстояний до тел Солнечной системы и размеров этих небесных тел.**

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

**Цель:** Рассмотреть различные способы определения расстояния до тел Солнечной системы. Дать понятие горизонтального параллакса и закрепить способ нахождения расстояния и размеров тел через горизонтальный параллакс.

**Задачи**:  
***Обучающая:***   Ввести понятия геометрического (параллактического), «радиолокационного» и «лазерного» методов определения расстояний до тел Солнечной системы. Вывести формулу для определения радиуса небесных тел Солнечной системы (понятия: линейный радиус, угловой радиус).

***Воспитывающая:*** раскрыв тему урока что современная наука располагает различными методами определения расстояний до небесных тел и их размеров для получения достоверные сведения о масштабах Солнечной системы и размерах входящих в нее небесных тел, содействовать формированию мировоззренческой идеи о познаваемости мира.

***Развивающая:*** показать, что на первый взгляд неразрешимая проблема определения расстояний до небесных тел и радиусов небесных тел в настоящее время решается различными методами.

**Ход урока:**

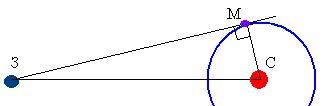
**I. Опрос учащихся (5-7 минут). Диктант.**

* Ученый, создатель гелиоцентрической системы мира. (Н. Коперник)
* Ближайшая точка орбиты ИСЗ. (Перигей)
* Значение астрономической единицы. (1 а. е.=149600000км )
* Основные законы небесной механики. (ЗВТ, законы Кеплера)
* Отношение квадратов периодов обращения двух планет равно 8. Чему равно отношение больших полуосей этих планет? (2)
* В какой точке эллиптической орбиты ИСЗ имеет минимальную скорость? (В апогее)
* Немецкий астроном, открывший законы движения планет (И. Кеплер)
* Формула третьего закона Кеплера, после уточнения И. Ньютона.

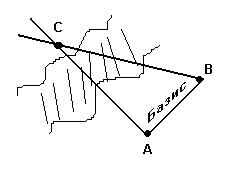
**II Новый материал**

**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.  
https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_1.pngПриближённый 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: https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_5.png, 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).

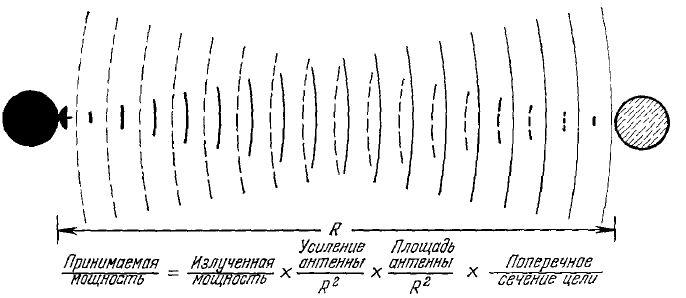
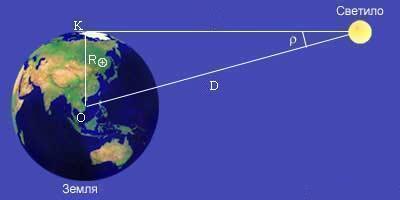
**Из истории:** Первое измерение параллакса (параллакса Луны) сделано **в 129г** до НЭ

**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 λλ= 3.8, 12, 43 и 70 см), Венеры, Марса и Юпитера (в 1964 г. на волнах λ = 12 и 70 см), Сатурн (в 1973 г. на волне λ = 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.https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_6.pngVЭМВ=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, λ= 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

 **2) Определение размеров небесных тел.**  
  
**а) Определение радиуса Земли.**

|  |  |
| --- | --- |
| https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_9.png | АОВ=n=φА-φВ(разность географических широт) е=АВ - длина дуги вдоль меридиана т.к. е10=е/n=2πR/3600 ,то https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_10.png[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**.

|  |  |
| --- | --- |
| https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_11.png | Р-параллакс. ρ - угловой радиус светила Из прямоугольных треугольников дважды используя формулу R=r. sin ρ (чертёж) получим https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_12.png[форм. 22] |

**III. Закрепление материала**

1. **Пример 7**(стр. 51).
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? [Из формулы 22 получим 3401,6 км. (фактически 3396 км)].
4. Каково расстояние между лазерным отражателем на Луне и телескопом на Земле, если импульс возвратился через 2,43545с? [ из формулы R=(c.t)/2 R=3.108.2,43545/2≈365317500,92м≈365317,5км]
5. Расстояние от Земли до Луны в перигее 363000км, а в апогее 405000км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях. [ из формулы D=(206265"/p)\*R⊕ отсюда р=(206265"/D)\*R⊕; рА=(206265"/405000)\*6378≈3248,3"≈54,1', рП= (206265"/363000)\*6378≈3624,1"≈60,4'].
6. Тест с картинками по главе 2.
7. Дополнительно, для тех кто сделал - кроссворд.

|  |  |
| --- | --- |
| https://arhivurokov.ru/videouroki/html/2015/03/12/98706327/98706327_13.jpeg | 1. Планета СС  [Меркурий] 2. Ближайшая к Земле точка орбиты ИСЗ  [перигей] 3. Ученый, создатель гелиоцентрической системы мира  [Коперник] 4. Угол под которым со светила виден R Земли  [параллакс] 5. Ученый, направивший первым в 1609г телескоп на небо [Галилей] 6. Сторона горизонта  [север] |

**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:** §11; вопросы и задания стр. 52, стр. 52-53 знать и уметь. Повторить полностью вторую главу. **СР№6 , ПР№4.**  
  
 Литература: учебник Астрономия 11 класс базовый уровень

Дидактический материал по астрономии

Энциклопедия для учащихся