Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №44**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Траектории космических объектов. Законы Кеплера»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Анализируются формы планетных орбит и законы движения планет, известные как законы Кеплера.

Предложенное Иоганном Кеплером описание движения планет используется и в наше время. В ходе урока рассматриваются три закона Кеплера. Объясняются причины ошибочного представления о круговой форме планетарных орбит.

Во время урока предусмотрено использование различных приемов обучения, современных ТСО, наглядности, презентации Microsoft Power Point.

***ТЕМА УРОКА***: Траектории космических объектов. Законы Кеплера.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* Рассмотреть форму орбит планет.
* Изучить законы Кеплера.
* Ознакомиться с ограничениями системы Кеплера.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентация.

***ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА***: компьютер, проектор, экран.

***ВИД УРОКА***: урок «открытия» нового знания.

***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ УРОКА:*** 45 минут.

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ* (5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель побуждает к предположениям о предстоящей теме урока, задавая наводящие вопросы о законах движения планет. Ожидаемые ответы:

* орбиты больших планет почти круговые;
* при изменении расстояния от планеты до Солнца, согласно закону сохранения энергии, должна меняться скорость планеты;
* скорость движения планеты должна определяться расстоянием от нее до Солнца;

Учащиеся определяют тему и цели урока, а также личностное отношение к предлагаемой теме.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по домашнему заданию:

1. Что общего между системами Птолемея и Коперника?
2. Чем сегодня объясняется наличие в них «сферы неподвижных звезд»?
3. Для чего потребовались «эпициклы»?
4. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (25 минут)

Несмотря на сложность системы Птолемея, по мере увеличения точности астрономических наблюдений стали расти погрешности определения положения планет. Коперник, поначалу, значительно упростил структуру планетной системы. Но он также взял за основу неверное представление о форме орбит, что впоследствии потребовало все тех же эпициклов.

Принципиально иной подход был предложен в средине XVII века Иоганном Кеплером. Он, как и его предшественники, оставил «за скобками» причины такого движения, предоставив их «воле Господа». Но при этом его описание кардинально отличалось от предшественников.

Кеплер изменил саму форму орбит планет, утверждая, что это не окружности, а эллипсы. Давайте вспомним, что это за фигура. Эллипс – геометрическое место точке, сумма расстояний от которых до двух заданных (фокусов) остается постоянной величиной.

Двумя крайними случаями эллипса являются окружность, для которой эти фокусы совпадают, и отрезок, для которых упоминаемая сумма равна расстоянию между фокусами. Для более удобного описания эллипса введено понятие «эксцентриситет». Для эллипса его можно определить по приведенной справа формуле. Если две полуоси равны друг другу (a = b), то эллипс превращается в окружность, а эксцентриситет становится равен нулю. При равенстве нулю меньшей полуоси (b = 0) эксцентриситет равен единице, а эллипс превращается в прямолинейный отрезок.

Согласно первому закону Кеплера именно эллипс является формой орбит планет. При этом Солнце находится не в геометрическом центре эллипса, а в одном из его фокусов. Логичен вопрос: а чем определяется положение второго фокуса? (мини опрос).

Закон сохранения энергии, как мы знаем его сейчас, во времена Кеплера был еще неизвестен. Поэтому о том, каким образом он пришел к формулировке своего второго закона, можно только предполагать. С современных позиций удаление планеты от Солнца должно приводить к росту потенциальной энергии. Значит кинетическая энергия и ее мерило – скорость, должны при этом уменьшаться. Кеплер выразил эту зависимость графически.

Чтобы это проиллюстрировать, мысленно соединим центры Солнца и планеты. Построим секторы эллипса, покрываемые (отметаемые) этим отрезком (радиус-вектором планеты) за равные промежутки времени. На слайде соответствующие сектора залиты голубым цветом. Их площади будут равны. Естественно, чем дальше планета от Солнца, тем меньший путь за это время она проходит. Этому пути соответствует дуга залитого сектора.

Объяснение этому закону в следующем веке дал Исаак Ньютон, предложивший Закон Всемирного Тяготения. Только он впервые ввел силу, под действием которой движутся планеты.

Самым сложным для объяснения и понимания является Третий закон Кеплера. Он устанавливает зависимость между периодами обращения планет и размерами их орбит. Кеплер сформулировал его следующим образом: квадраты периодов обращения планет соотносятся как кубы больших полуосей их орбит. Таким образом, скорость движения планеты в каждой точке ее орбиты не может принимать случайные значения. Она строго определена формой орбиты.

Исаак Ньютон внес в это определение еще и массу центрального тела (Солнца). При этом он доказал, что от массы самой планеты эта скорость не зависит. Был ли он прав? (мини опрос).

Подытоживая вышесказанное нужно отметить главные отличия системы Кеплера от взглядов его предшественников:

1. Орбиты планет не являются круговыми.
2. Скорости движения планет не постоянны
3. Скорость планеты в каждой точке напрямую связана с геометрией орбиты.

При этом законам Кеплера, в качестве частного случая, соответствует и равномерное движение планеты по окружности. Но законы Кеплера также имеют свои ограничения применимости. Рассмотрим их подробнее.

Яркой иллюстрацией «ошибочности» законов Кеплера является история открытия планеты Нептун. Нептун называют «планетой, открытой на кончике пера». На основе Законов Кеплера были составлены таблицы движения другой планеты – Урана. Но они разошлись с наблюдениями. В чем тут дело?

Кеплер рассматривал движение планеты в «системе двух тел», т.е. с свете влияния на нее только Солнца. Сейчас мы знаем, что все тела Солнечной системы взаимодействуют друг с другом. Поэтому такие аномалии в движении Урана объяснили наличием неизвестной планеты. Провели предварительные вычисления, после чего в XIX веке в предсказанном секторе небосвода был обнаружен Нептун. Потом оказалось, что его наблюдал еще Галилей, но он посчитал, что это звезда.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (5 МИНУТ)

Учитель задает контрольные вопросы:

1. В чем «революционность» законов Кеплера?
2. Какие факторы не учитывались Кеплером?
3. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №47 в рабочей тетради.

Опорный конспект

* 1. Организационный момент (5 минут).
  2. Повторение пройденного материала (5 минут)
  3. Изучение нового материала (25 минут).
  4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений (5 минут).
  5. Домашнее задание (5 минут).

## Список литературы

## Основная литература

1. Мхитарян А.М. Аэродинамика/ А.М. Мхитарян. - ЭКОЛИТ, 2012.
2. Бережко Е.Г. Введение в физику космоса/ Е.Г. Бережко. - ФИЗМАТЛИТ, 2014.
3. Хомич Е.О. Космос/ Е.О. Хомич. - АСТ, 2016.
4. Авдеев Ю.Ф. Космос, баллистика, человек/ Ю.Ф.Авдеев. - Высшая школа, 2013.
5. Граве И.П. Внутренняя баллистика. Пиродинамика/ И.П. Граве. - 2014.
6. Дэвис Л. Внешняя баллистика ракет / Л.Девис, Дж. Фоллин, Л. Блитцер. - Воениздат, 2000.