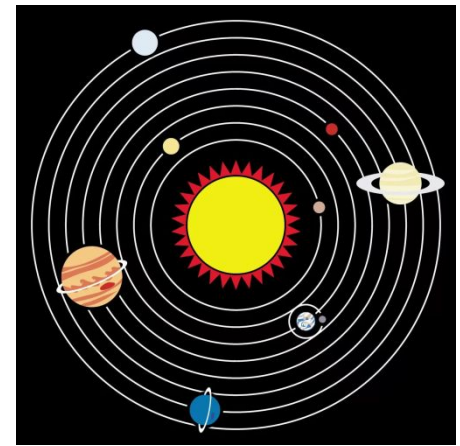


# ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ



Многие ученые вплоть до начала XVII в. считали, что движение небесных тел должно быть равномерным и происходить по «самой совершенной» кривой – окружности.



Иоганн Кеплер

Кеплеру удалось преодолеть этот предрассудок и установить действительную форму планетных орбит, а также закономерность изменения скорости движения планет при их обращении вокруг Солнца.

В своих поисках Кеплер исходил из убеждения, что «в мире правит число», высказанного еще Пифагором. Он искал соотношения между различными величинами, характеризующими движение планет, — размеры орбит, период обращения, скорость.

Кеплер действовал фактически вслепую, чисто эмпирически.

При построении орбиты Марса Кеплер воспользовался собственными наблюдениями планеты, а также многолетними определениями координат и конфигураций Марса, проведёнными его учителем *Тихо Браге*.

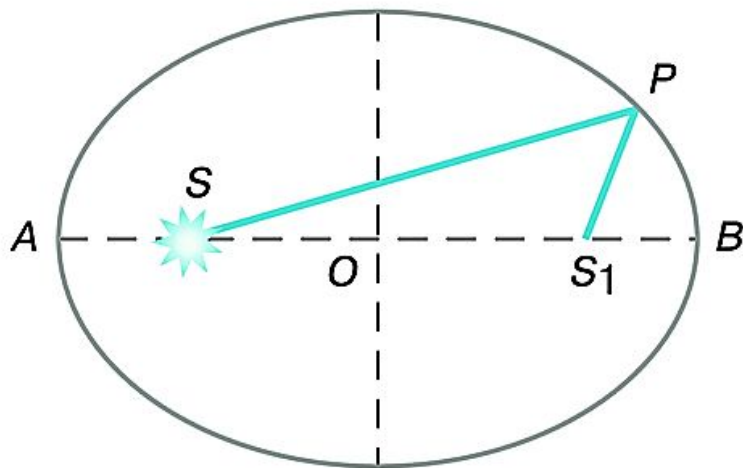


Иоганн Кеплер



Тихо Браге

Кеплер установил, что орбита Марса не окружность, а кривая, которая называется **эллипсом**, при этом Солнце не располагается в центре эллипса.



Эллипс – кривая, у которой сумма расстояний от любой точки до его фокусов есть величина постоянная.

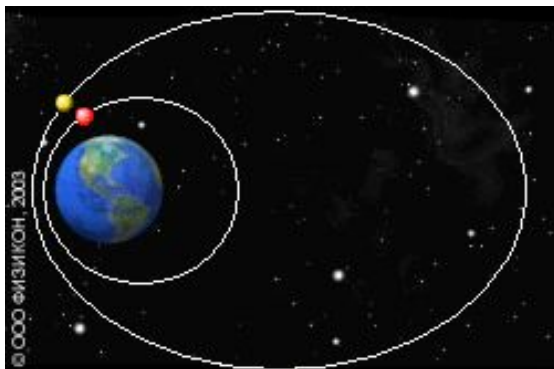
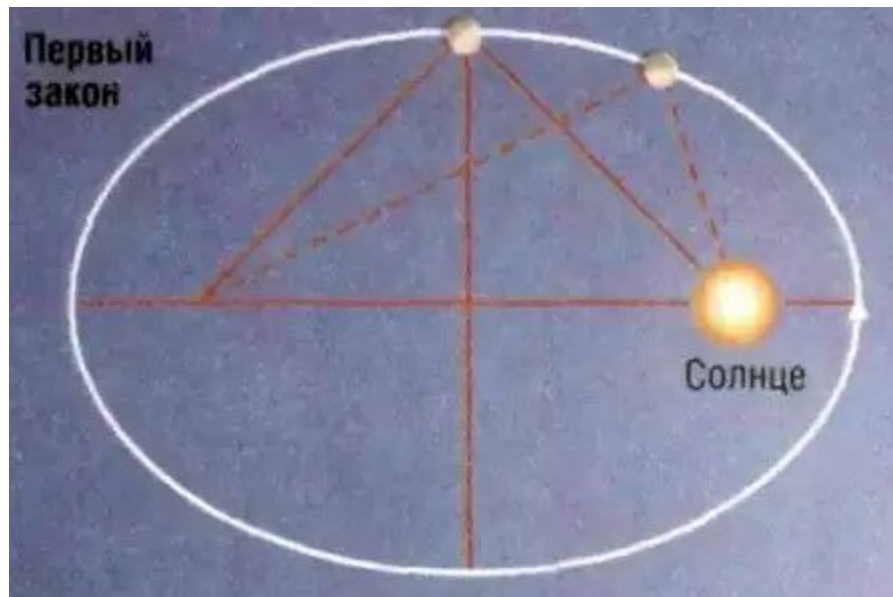


Иллюстрация первого закона Кеплера на примере движения спутников Земли

## Первый закон Кеплера

**Каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.**



**Большая полуось** характеризует размер орбиты планеты.

**Перигелий** – ближайшая к Солнцу точка орбиты.

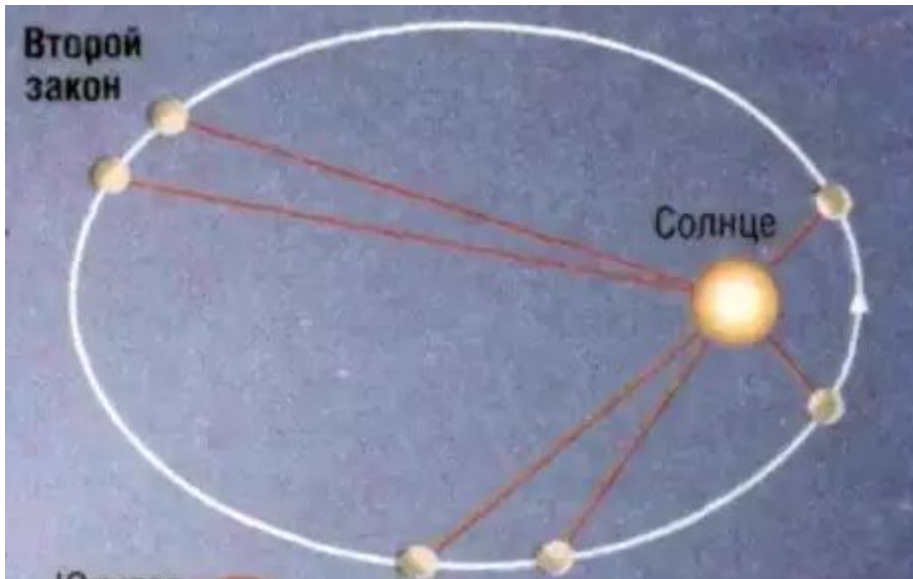
**Афелий** – наиболее удалённая от Солнца точка орбиты.

## Второй закон Кеплера

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



Иллюстрация второго закона Кеплера  
на примере движения спутников Земли



Согласно закону сохранения энергии, полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют силы тяготения, остается неизменной при любых движениях тел этой системы. Поэтому сумма кинетической и потенциальной энергий планеты, которая движется вокруг Солнца, неизменна во всех точках орбиты и равна полной энергии.

**По мере приближения планеты к Солнцу возрастает ее скорость – увеличивается кинетическая энергия, но вследствие уменьшения расстояния до Солнца уменьшается энергия потенциальная.**

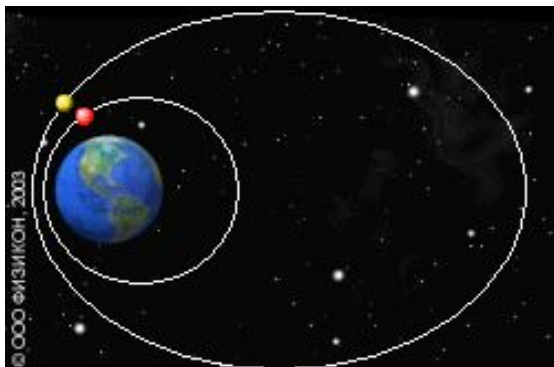


Иллюстрация третьего закона Кеплера на примере движения спутников Земли

## Третий закон Кеплера

**Квадраты звёздных периодов обращения планет относятся между собой как кубы больших полуосей их орбит.**

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$



*«То, что 16 лет тому назад я решил искать, <...> наконец найдено, и это открытие превзошло все мои самые смелые ожидания...»*

*Иоганн Кеплер*



Иоганн Кеплер

Третий закон позволяет вычислить относительные расстояния планет от Солнца, используя при этом уже известные периоды их обращения вокруг Солнца.

Не нужно определять расстояние от Солнца каждой из них, достаточно измерить расстояние от Солнца хотя бы одной планеты.

Величина большой полуоси земной орбиты – **астрономическая единица** (а.е.) – стала основой для вычисления всех остальных расстояний в Солнечной системе.



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

Дано:  $S = 2$  г.

$$T_1 = 1 \text{ г.}$$

$$a_1 = 1 \text{ а.е.}$$

Найти:  $a_2 = ?$

Решение:

Большую полуось планеты определяем из третьего закона Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \quad a_2^3 = \frac{a_1^3 T_2^2}{T_1^2}$$

Вычисляем звёздный период планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}, \quad T_2 = \frac{T_1 S}{S - T_1}, \quad T_2 = \frac{2}{2 - 1} = 2 \text{ г.}$$

Находим большую полуось планеты:

$$a_2 = \sqrt[3]{2^2} \approx 1,59 \text{ а.е.}$$

Ответ:  $a_2 = 1,59$  а.е.

## Вопросы

1. Сформулируйте законы Кеплера.
2. Как меняется скорость планеты при ее перемещении от афелия к перигелию?
3. В какой точке орбиты планета обладает
  - максимальной кинетической энергией;
  - максимальной потенциальной энергией?

# Домашнее задание

- *Составить конспект на основании презентации*
- **Выполненную работу отправить мне на почту в течение дня  
demchenkoea@26kadr.ru**