

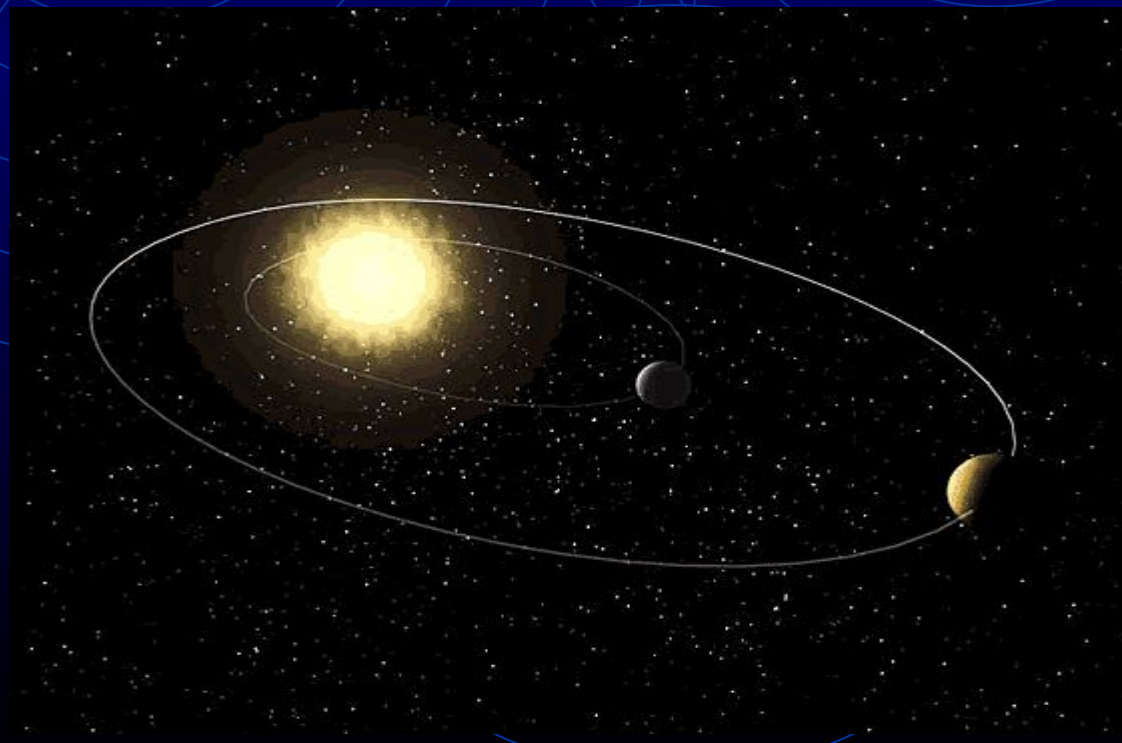
НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА.



Небесная механика-

раздел астрономии, изучающий движение космических тел в их общем гравитационном поле с учётом действия давления излучения, сопротивления среды, изменения массы и других факторов. Исследование движения небесных объектов предусматривает установление общих закономерностей движения и определение для произвольного момента времени положения и скорости изучаемого объекта по отношению к избранной системе координат. Опираясь на данные астрометрии, законы классической механики и математические методы исследования, небесная механика определяет траектории и характеристики движения космических тел, значение ряда астрономических постоянных, составление эфемерид, служит теоретической основой космонавтики.

Законы движения планет с давних пор
привлекали внимание людей.
Считалось, что орбиты планет
круговые.



*Три закона движения планет
относительно Солнца были
выведены эмпирически немецким
астрономом Иоганном Кеплером в*





Тихо Браге
(1546-1601)

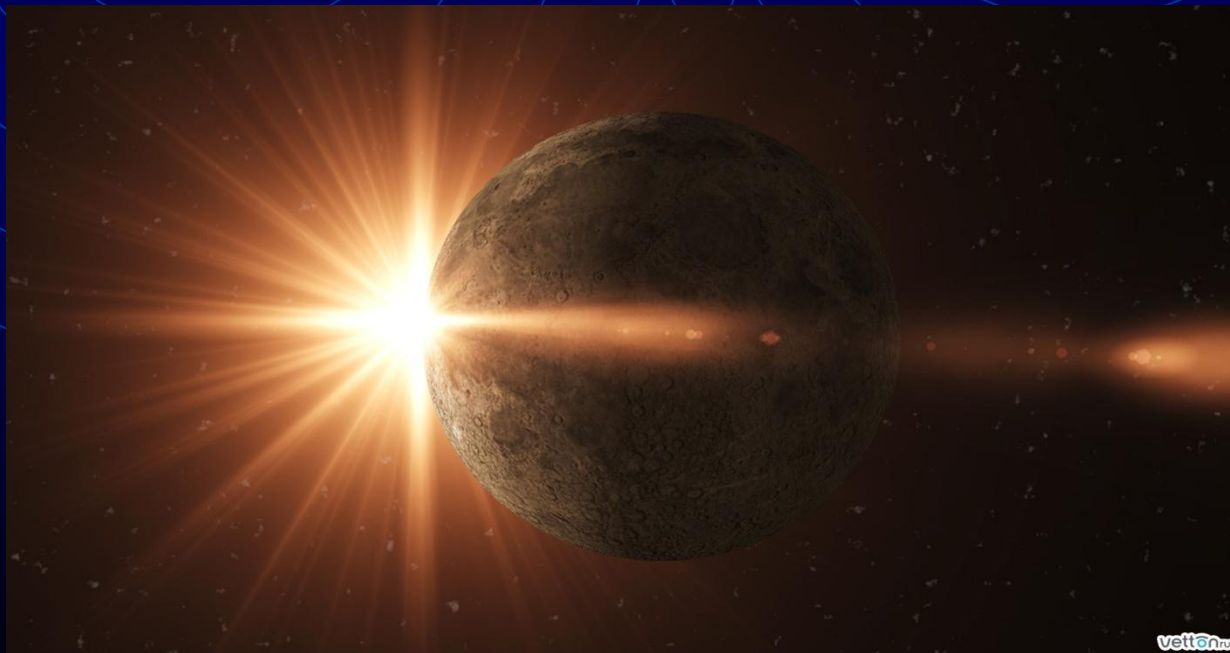
В результате длительной обработки многолетних наблюдений датского астронома Тихо Браге немецкий астроном и математик Кеплер эмпирически установил три закона планетарных движений.



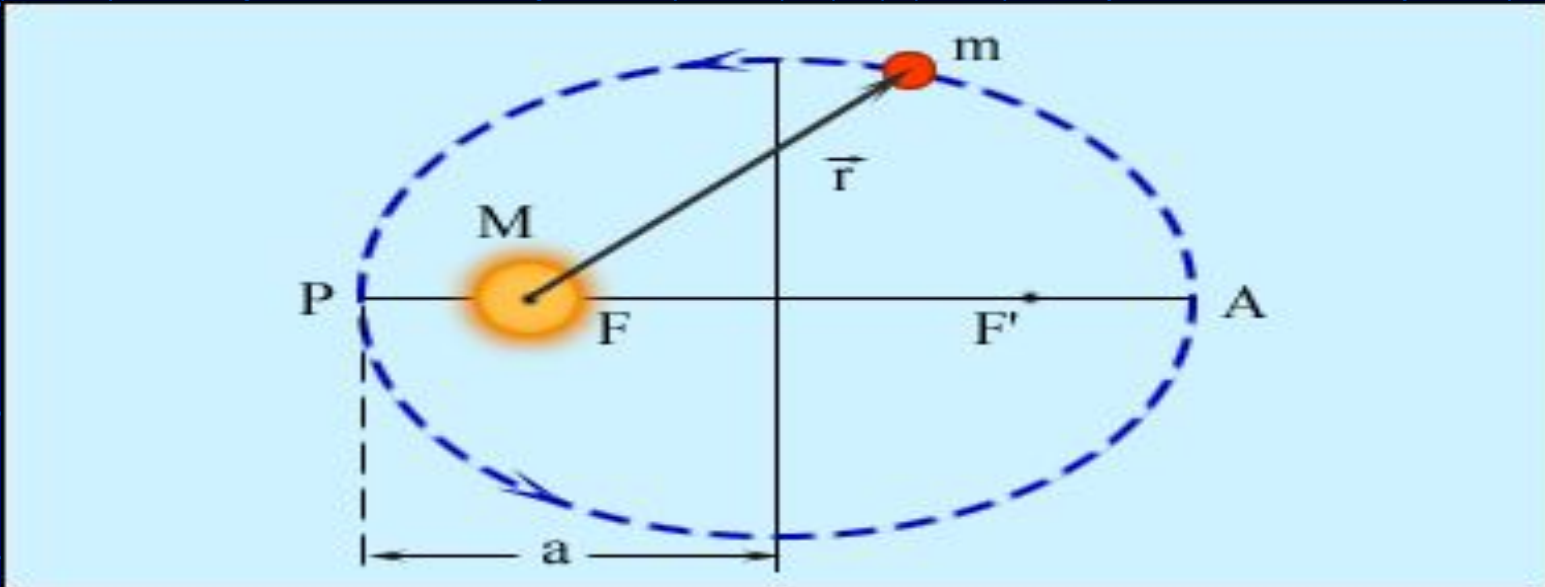
Иоганн Кеплер
(1571-1630)

Первый закон Кеплера

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



Основные характеристики орбит планет.



F, F' -фокусы орбиты

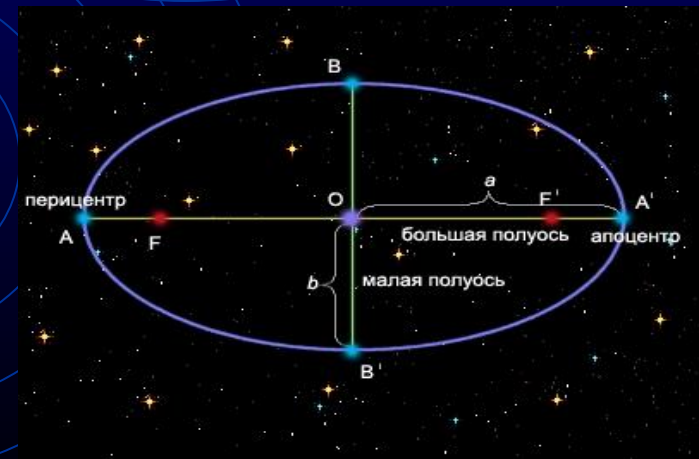
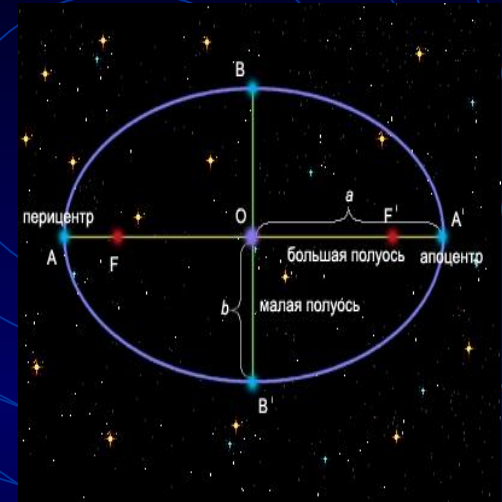
a – длина большой полуоси

e – эксцентриситет (сжатие)

A – афелий, P – перигелий

\vec{r} - радиус-вектор планеты

- Эксцентриситет характеризует степень вытянутости эллипса.
- **Эксцентриситеты**
- **орбит планет невелики.**
- Наименьший
- эксцентриситет имеет
- орбита Венеры ($e=0,007$),
- **Наибольший** –
- орбита Плутона ($e=0,247$)





- Большая полуось орбиты Земли принята за астрономическую единицу.
- **1 а.е.=150 000 000 км.**

Следствие

Планеты могут находиться на разных расстояниях от Солнца.

Зимой
Земля ближе к Солнцу,



а летом — дальше.

Второй закон Кеплера

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





Орбитальные скорости планет





Следствие

Планеты по орбите
движутся не равномерно:

В перигелии

скорость планеты **наибольшая**,

в афелии -наименьшая.

Третий закон Кеплера

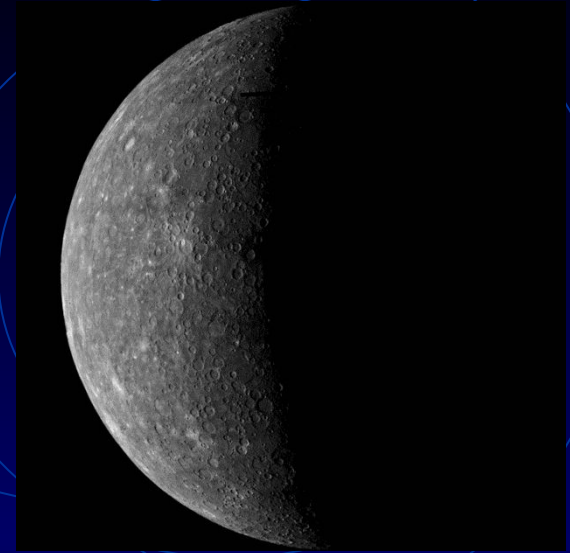
Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

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



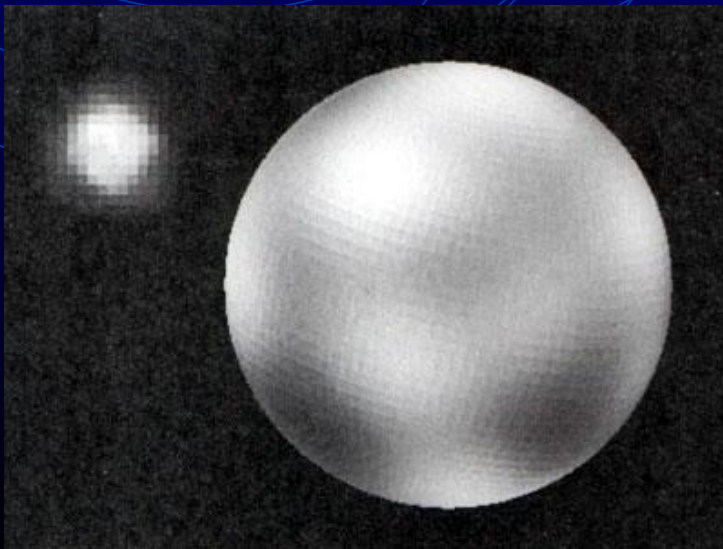
Следствие

Чем дальше находится планета от Солнца, тем больше её период обращения.



Меркурий

88 суток



Плутон

249 лет

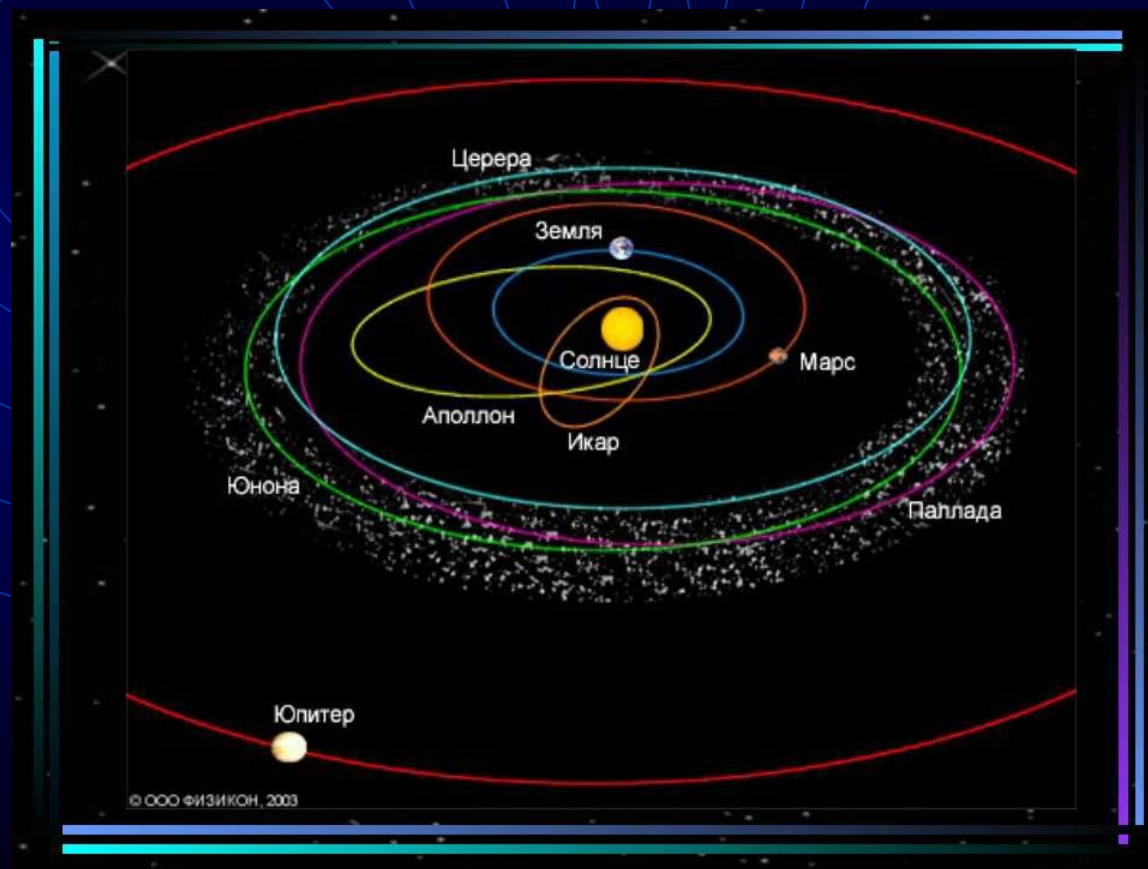


Для Земли

$T=1$ звёздный год,
 $a=1$ а.е.,

Поэтому $T^2=a^3$
для любой планеты.

Картина мира по Кеплеру



Теоретическое обоснование законов Кеплера предложил И. Ньютон, открывший в 1682 г. закон всемирного тяготения.

Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$$

- ▶ m_1, m_2 – массы тел
- ▶ R – расстояние между телами
- ▶ G – гравитационная постоянная.



Применение

Теория движения планет, изложенная Кеплером полностью применима к движению искусственных спутников Земли и космических кораблей.



Возмущения движения планет

Движение планет по строго эллиптическим орбитам происходит только под действием притяжения одного тела – Солнца. Однако любая планета испытывает притяжение со стороны других планет, спутников планет, любых других планет, обладающих массой, поэтому её движение подчиняется законам Кеплера неточно.

В результате этого возникают отклонения от эллиптической траектории, которая называется *возмущениями*.

Открытие планеты

Нептун

Уран - планета,

следующая за

Сатурном,

который много веков считался самой
из далеких планет,

была открыта английский астроном
Уильям Гершелем в конце XVIII в.

Уран с трудом виден невооруженным
глазом. К 40-м годам XIX в. точные
наблюдения показали, что Уран едва
заметно уклоняется от того
пути, по которому он должен следовать
с учетом возмущений со стороны всех
известных планет.



Из планет наибольшие возмущения в движении тел Солнечной системы вызывает Юпитер. При прохождении вблизи Юпитера астероидов и комет возникают заметные отклонения. Например, если ускорение планеты, вызванное притяжением Юпитера, будет направлено в ту сторону, в которую направлено её ускорение к Солнцу, комета может развить такую большую скорость, что, двигаясь по гиперболе, навсегда уйдет из Солнечной системы.

В противоположном случае – притяжение Юпитера сдерживает комету, её орбита меняется, а период обращения резко уменьшается.

