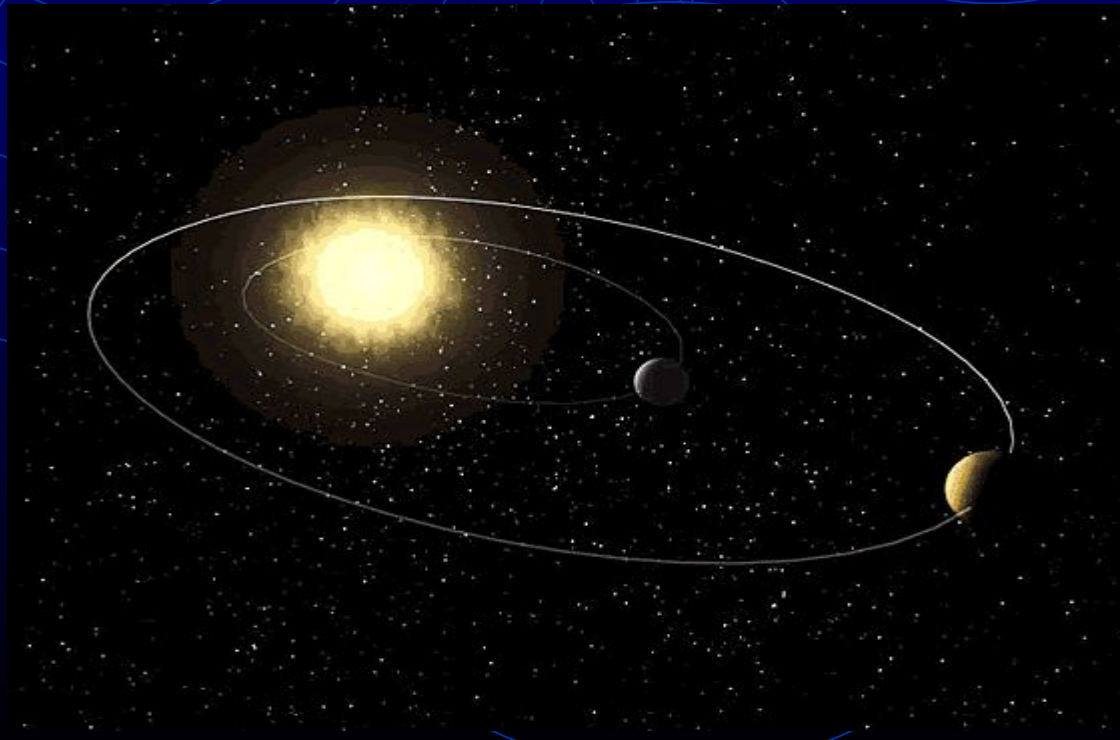


# ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА



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)

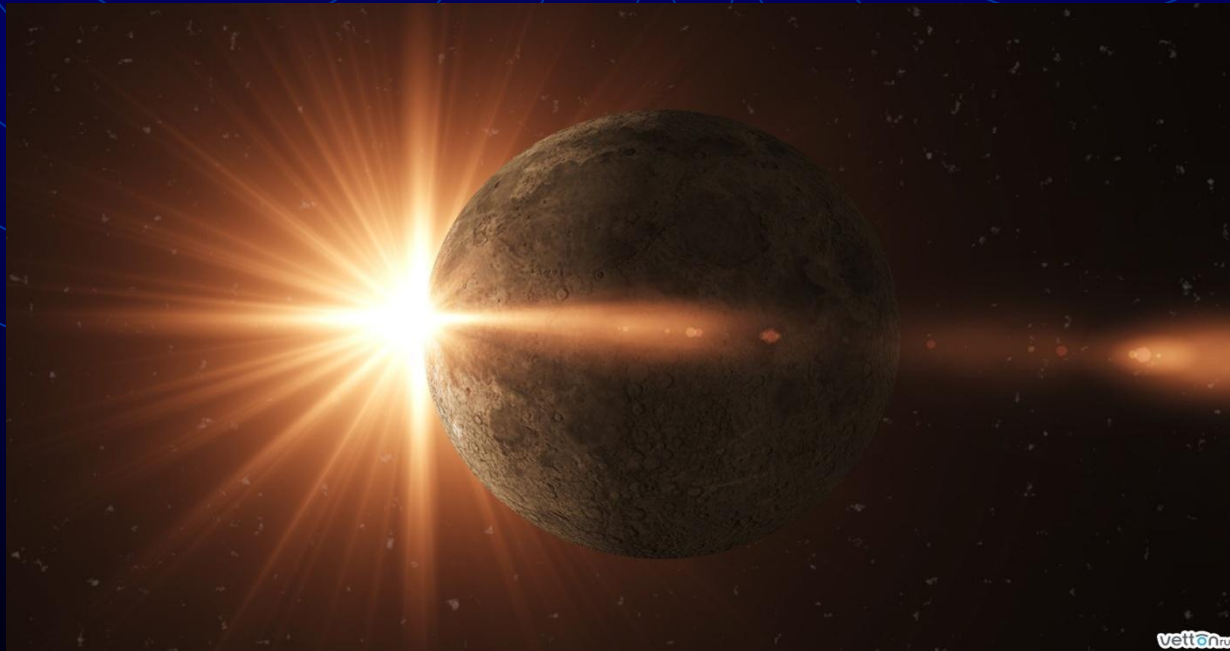
В результате длительной обработки многолетних наблюдений датского астронома Тихо Браге немецкий астроном и математик Кеплер эмпирически установил три закона планетарных движений.



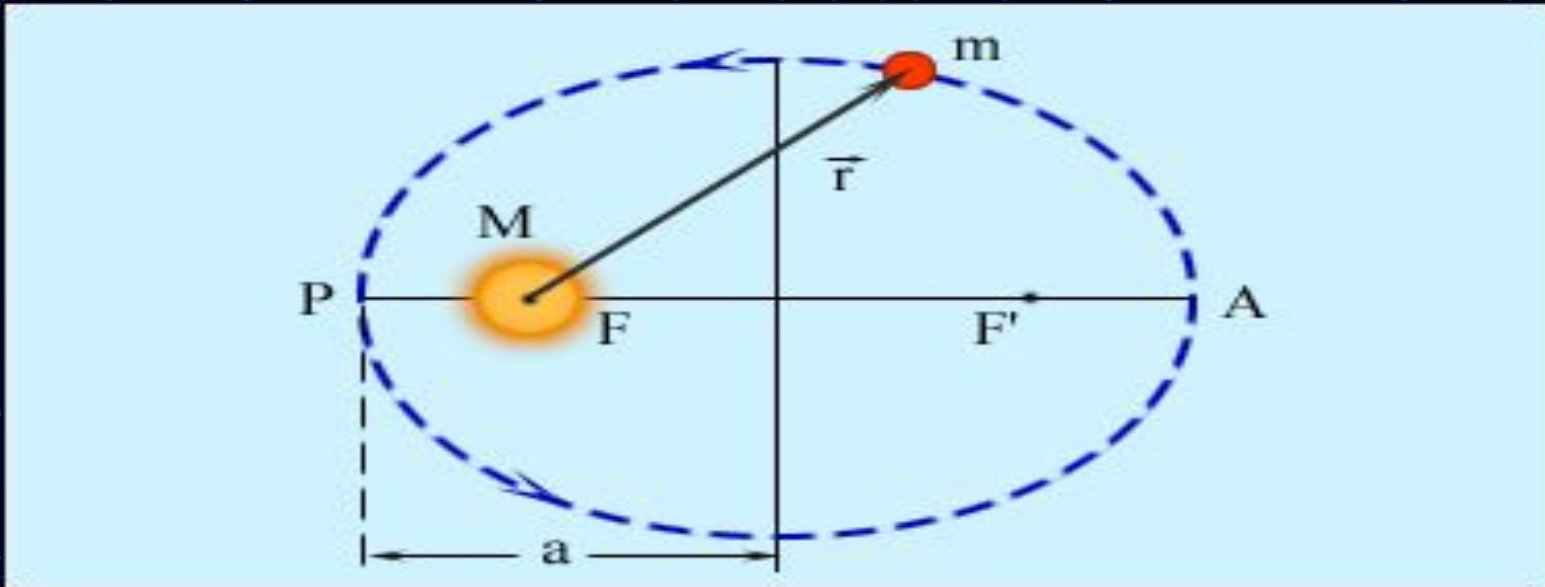
Иоганн Кеплер  
(1571-1630)

# Первый закон Кеплера

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



# Основные характеристики орбит планет.



$F, F'$ -фокусы орбиты

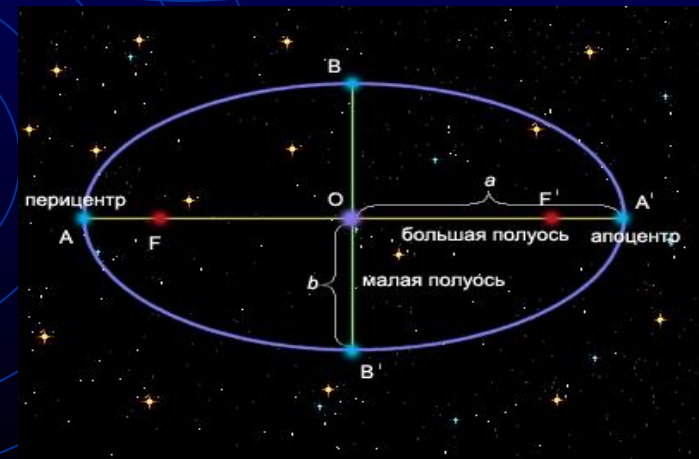
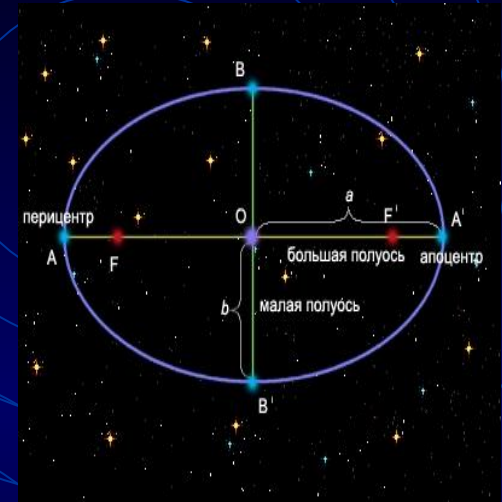
$a$  – длина большой полуоси

$e$  – 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

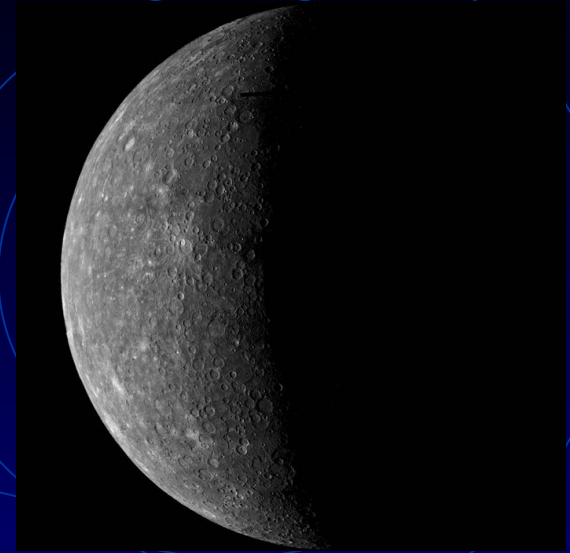
Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

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



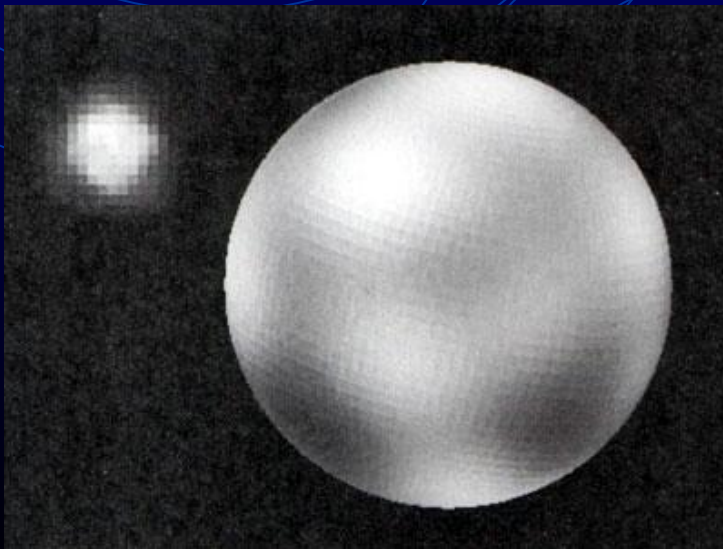
## Следствие

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



Меркурий

88 суток



Плутон

249 лет



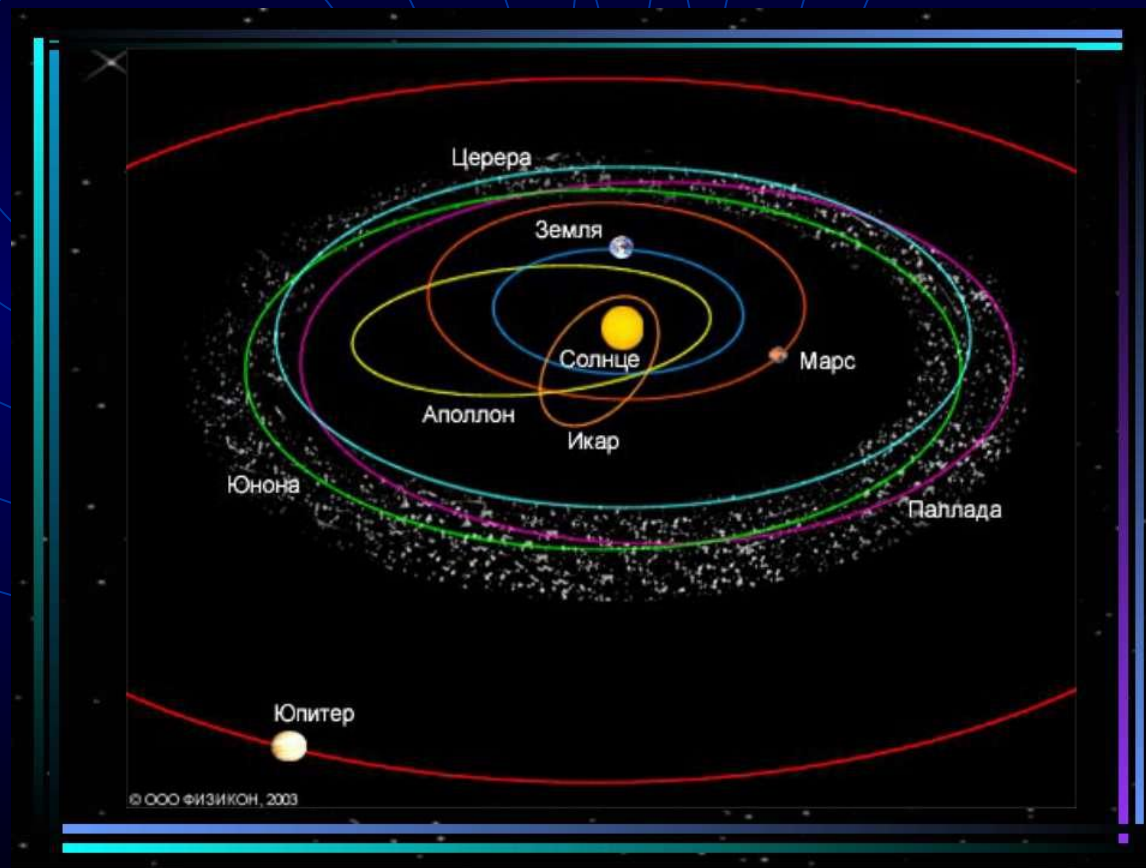
Для Земли

$T=1$  звёздный год,  
 $a=1$  а.е.,

Поэтому  $T^2=a^3$   
для любой планеты.



# Картина мира по Кеплеру



# Применение

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



# парад планет



