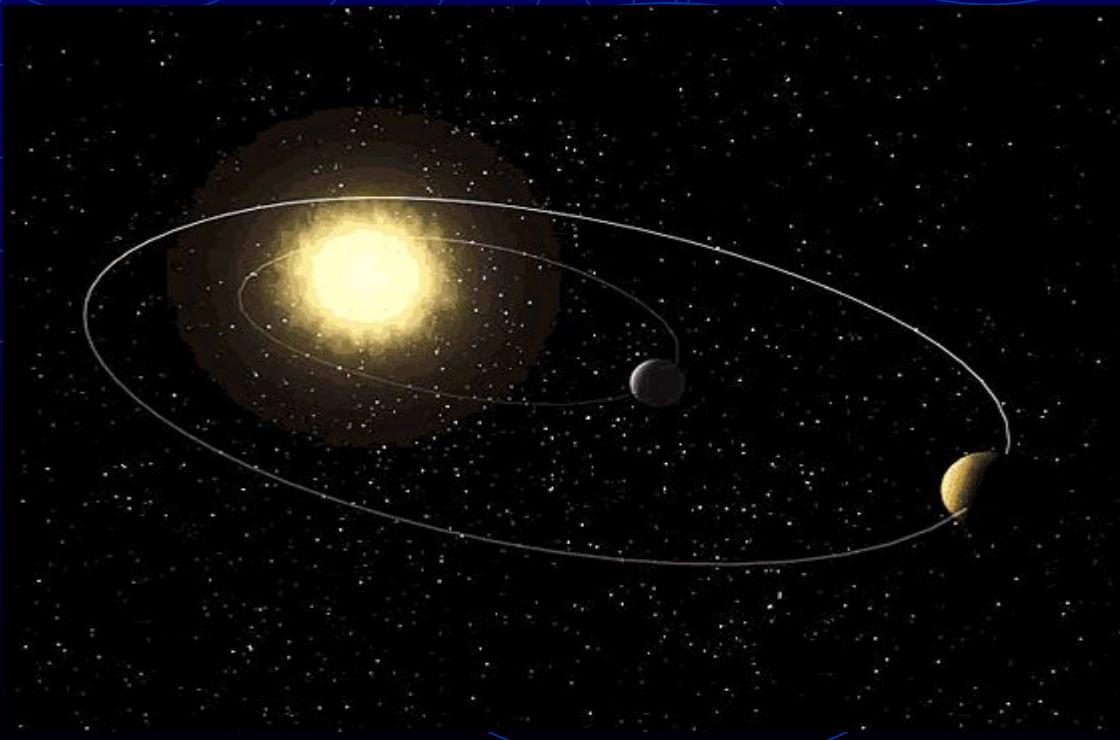


# ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА



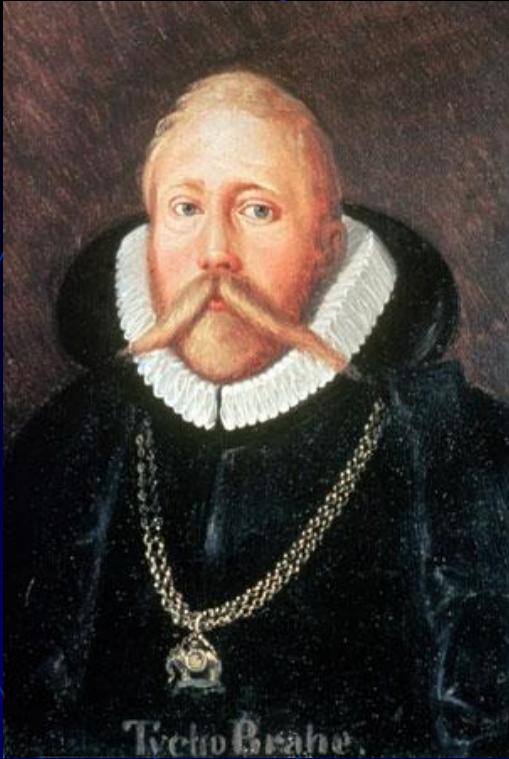
Законы движения планет с давних пор привлекали внимание людей.

Считалось, что орбиты планет круговые.



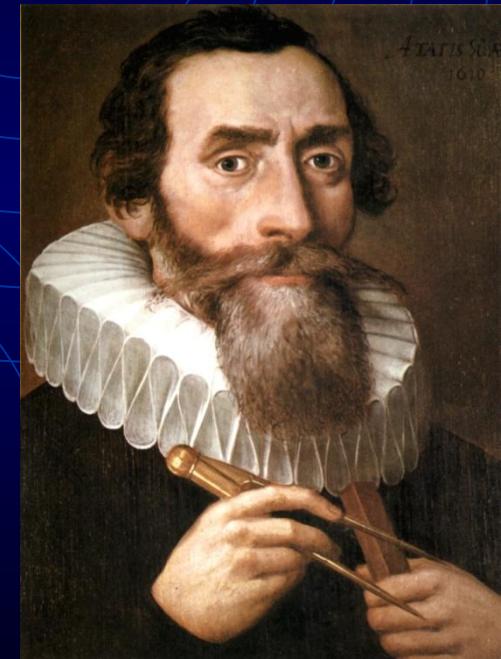
*Три закона движения планет  
относительно Солнца были  
выведены эмпирически немецким  
астрономом Иоганном Кеплером в*





Тихо Браге  
(1546-1601)

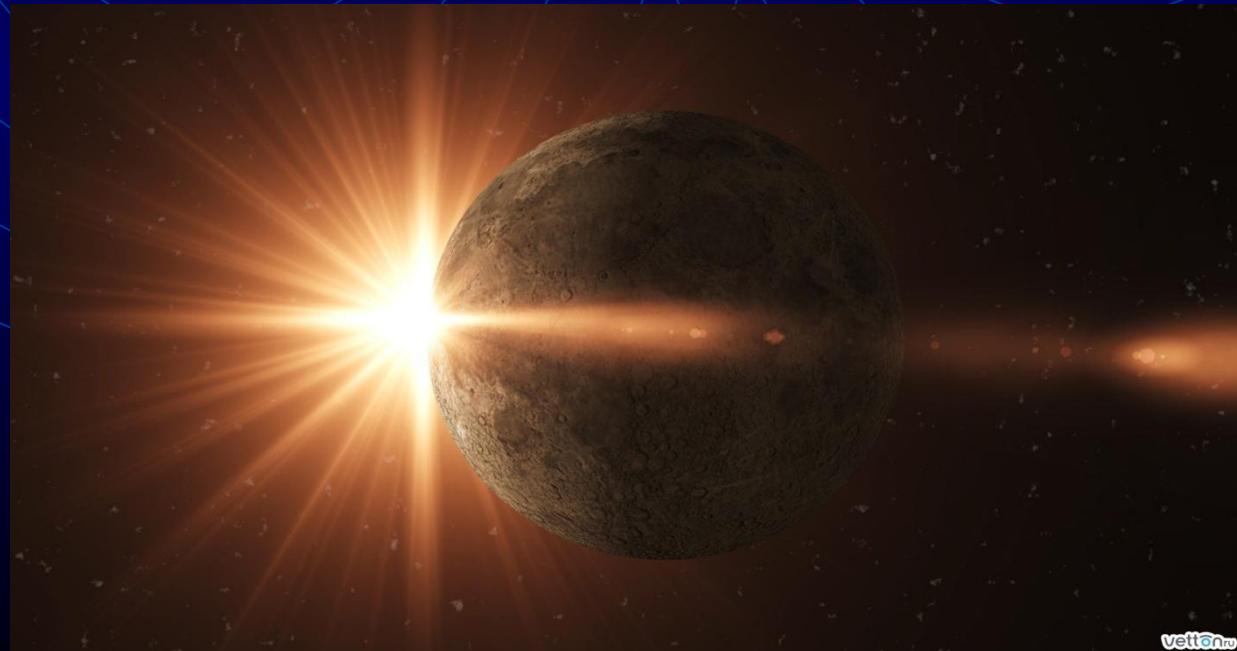
В результате длительной обработки многолетних наблюдений датского астронома Тихо Браге немецкий астроном и математик Кеплер эмпирически установил три закона планетарных движений.



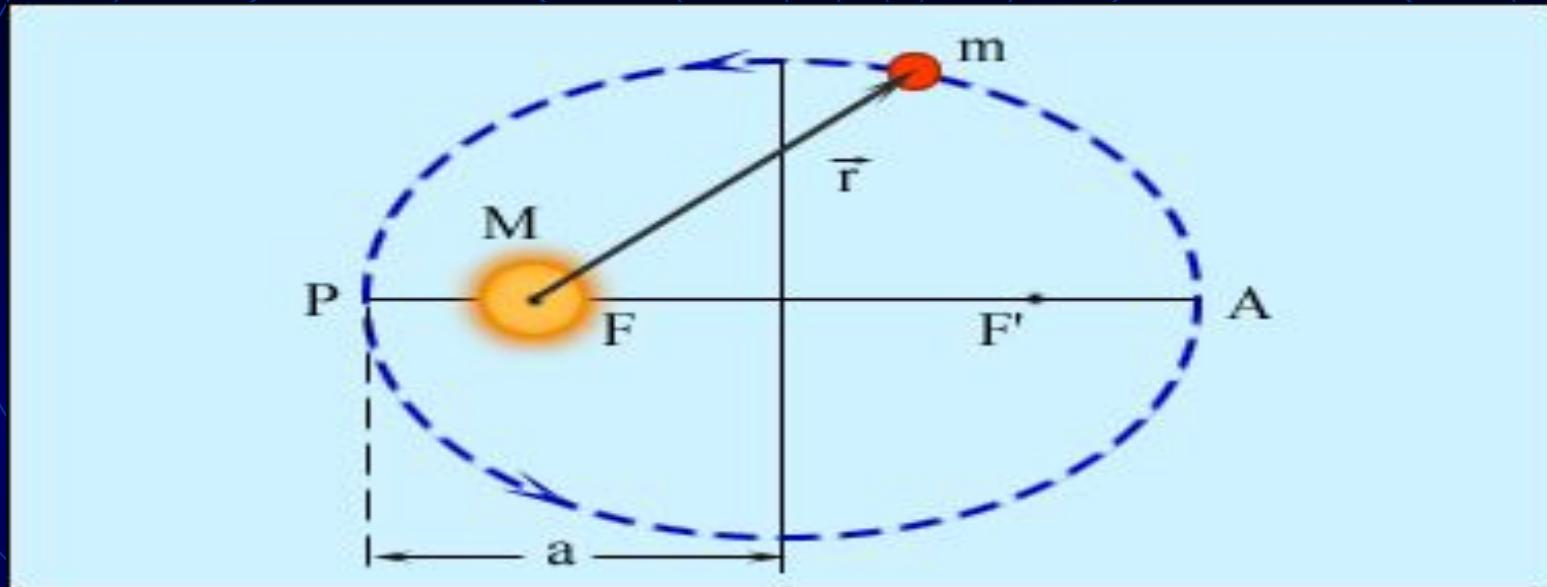
Иоганн Кеплер  
(1571-1630)

# Первый закон Кеплера

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



# Основные характеристики орбит планет.



$F, F'$ -фокусы орбиты

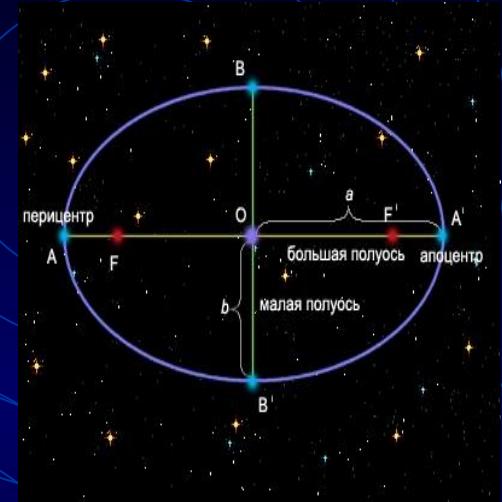
$a$  – длина большой полуоси

$e$  – 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.

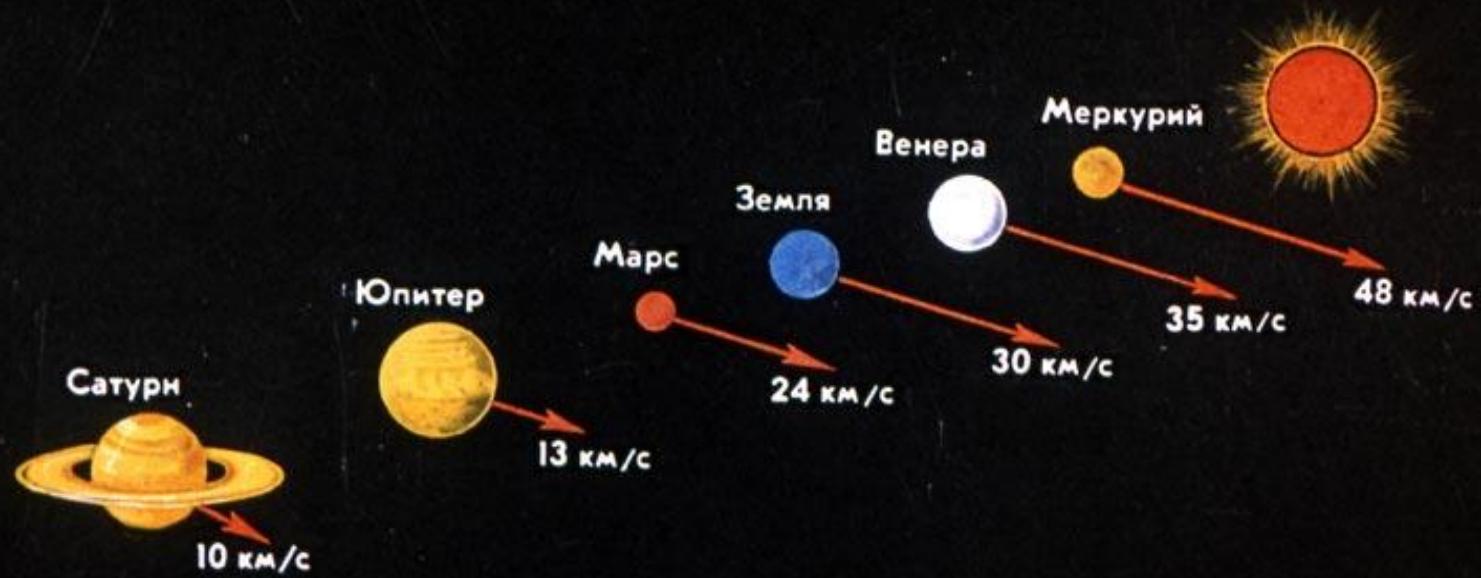
# Второй закон Кеплера

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





## Орбитальные скорости планет





vettion.ru

**Следствие**  
Планеты по орбите  
движутся не равномерно:  
**В перигелии**  
скорость планеты **наибольшая**,  
**в афелии -наименьшая**.

# Третий закон Кеплера

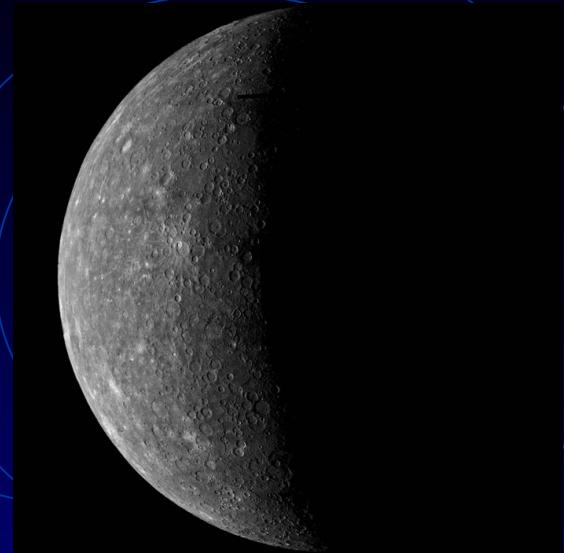
Квадраты периодов обращения планет  
относятся как кубы больших полуосей их  
орбит.

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



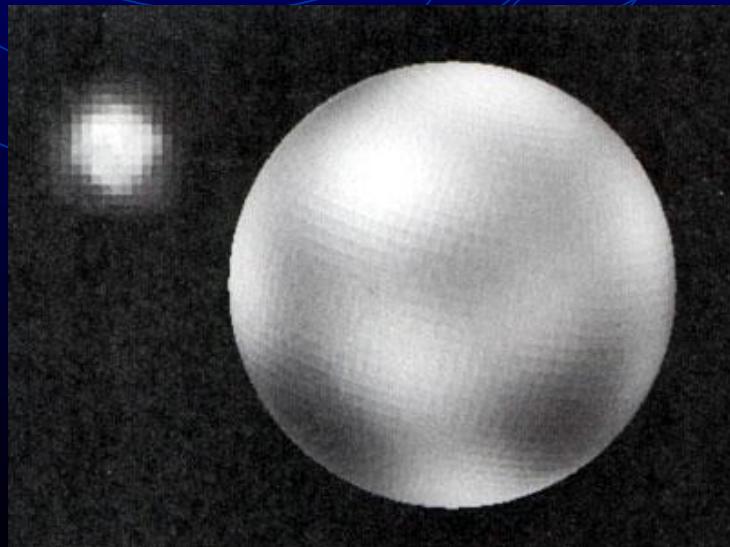
## Следствие

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



Меркурий

88 суток



Плутон

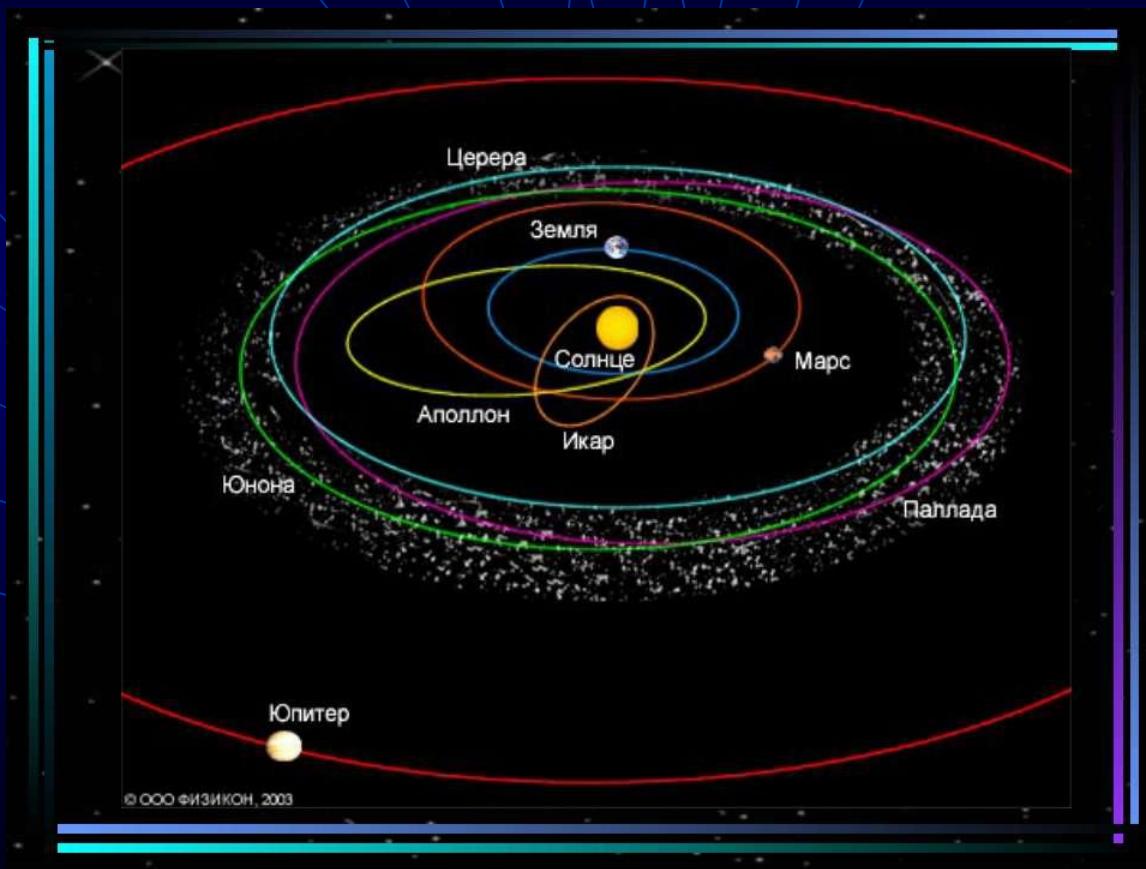
249 лет



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.



ПАРАДИГМА



