

Законы Кеплера



Законы движения планет с
давних пор привлекали
внимание людей.

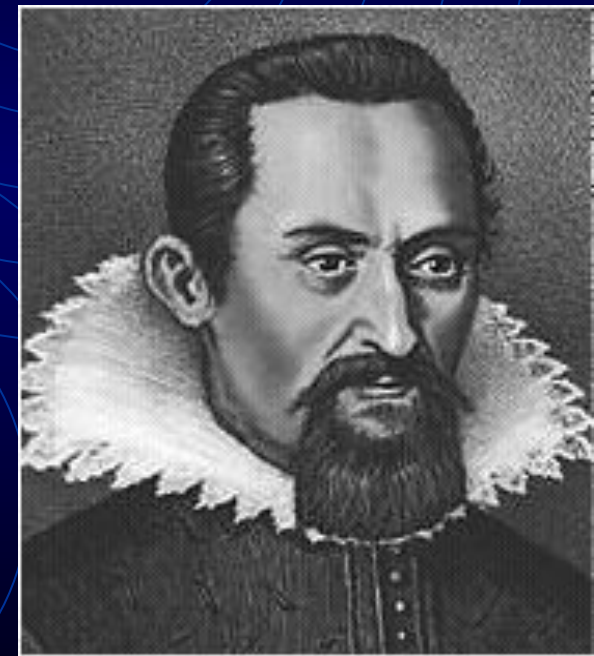
Считалось, что
орбиты планет круговые.





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

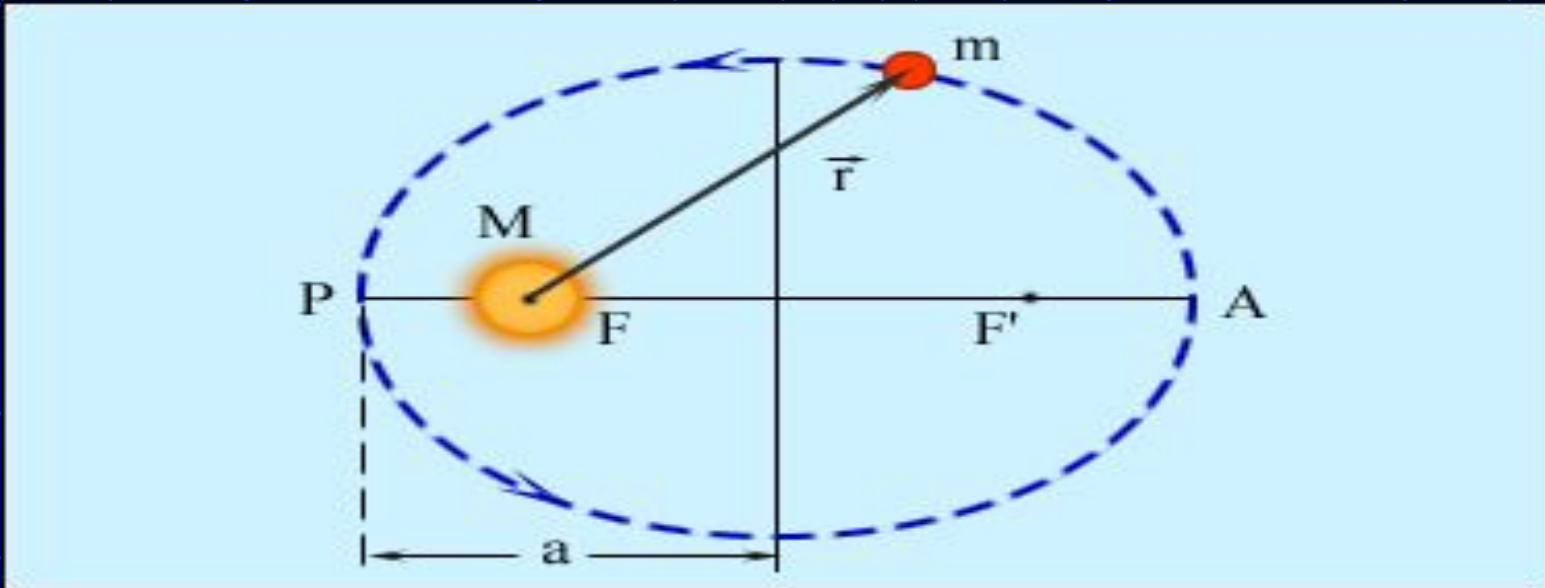
Каждая планета обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Планета

Со
лн
це



Основные характеристики орбит планет.



F, F' -фокусы орбиты

a – длина большой полуоси

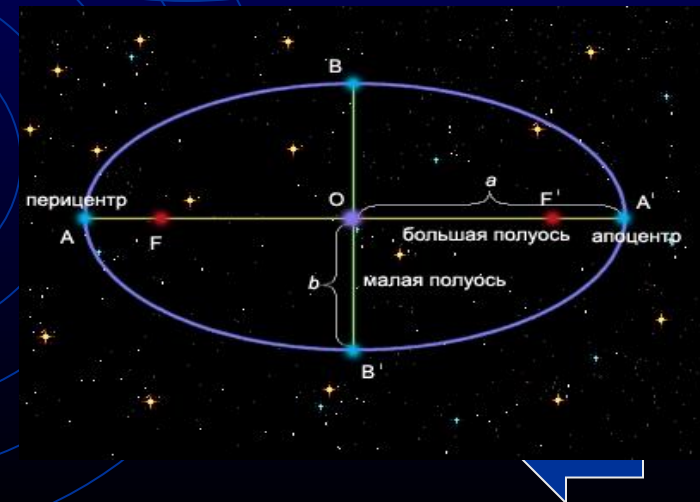
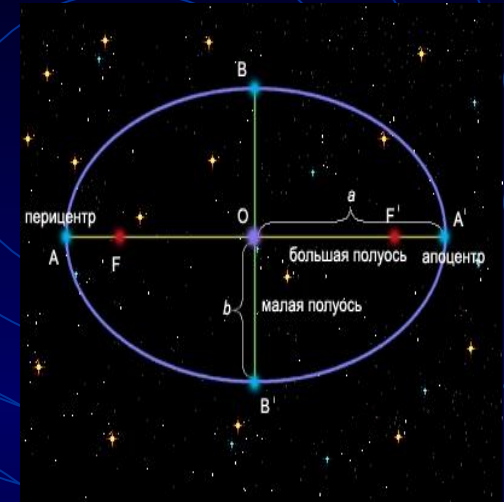
e – эксцентриситет (сжатие)

A – афелий, P – перигелий

\vec{r} - радиус-вектор планеты

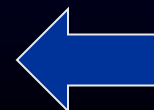


- Эксцентриситет характеризует степень вытянутости эллипса.
- **Эксцентриситеты**
- **орбит планет невелики.**
- Наименьший
- эксцентриситет имеет
- орбита Венеры ($e=0,007$),
- **Наибольший** –
- орбита Плутона ($e=0,247$)



- Большая полуось орбиты Земли принята за астрономическую единицу.

- **1 а.е.=150 000 000 км.**



Следствие

Планеты могут находиться на разных расстояниях от Солнца.

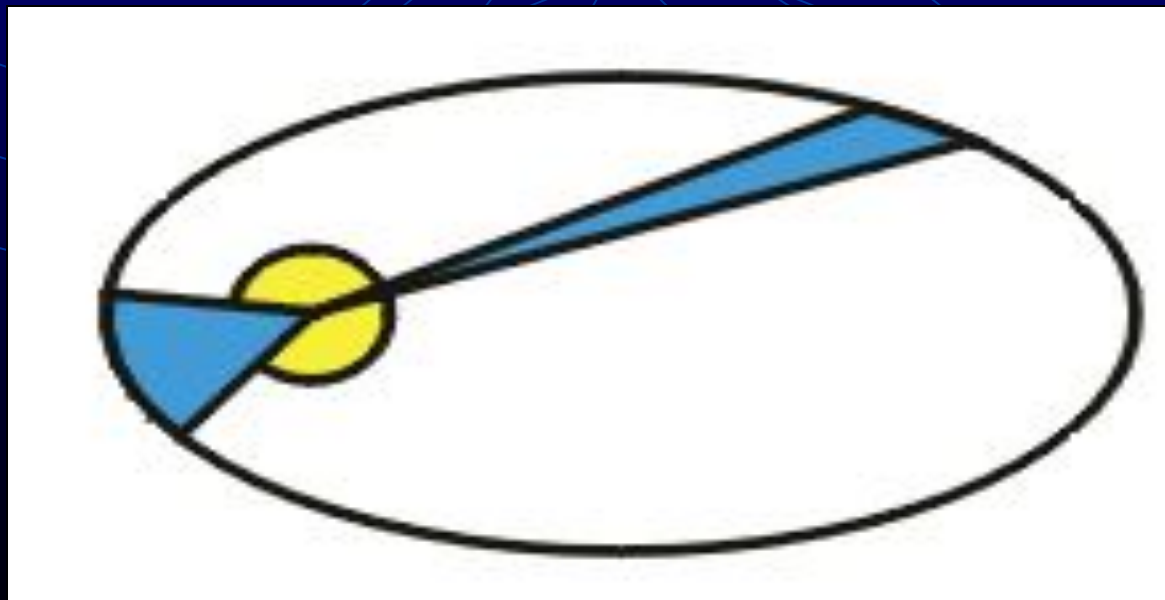
Зимой
Земля ближе к Солнцу,



а летом — дальше.

Второй закон Кеплера

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



Следствие

Планеты по орбите
движутся не равномерно:

В перигелии
скорость планеты **наибольшая**,

в афелии -
наименьшая.

Под Новый год мы летим с большей
скоростью **30,5 км/с,**



Летом в июле с наименьшей
скоростью **29,2 км/с.**



Третий закон Кеплера

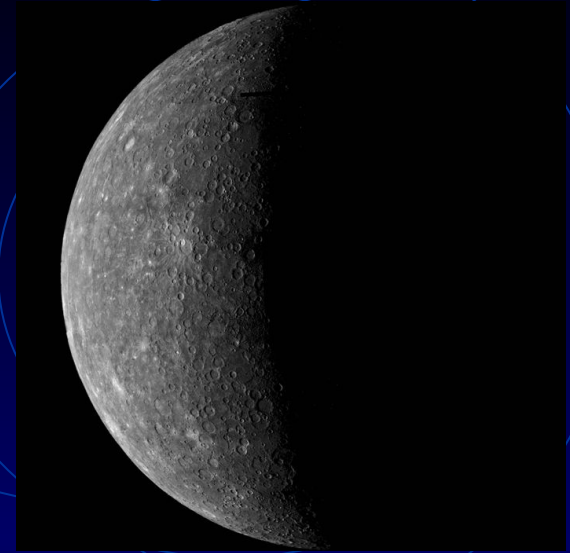
Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

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



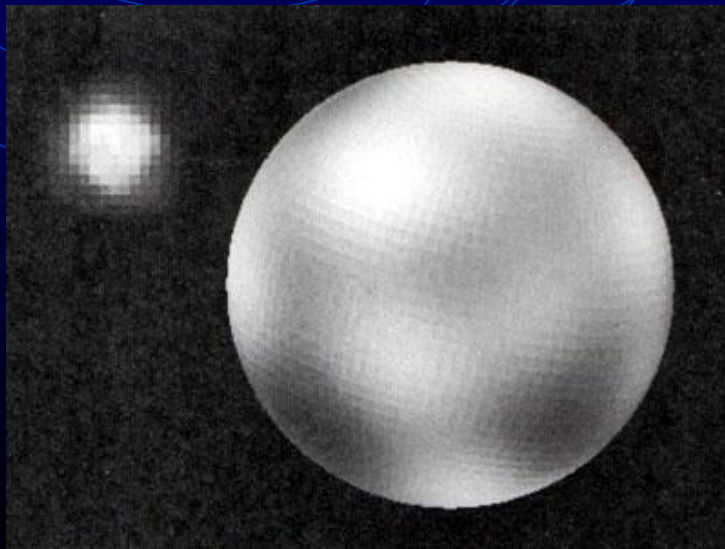
Следствие

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.,

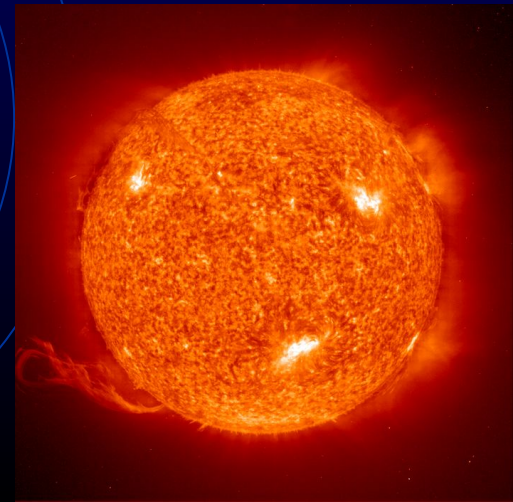
Поэтому $T^2=a^3$

для любой планеты.

Решите задачи с использованием третьего закона Кеплера

№ 1

За какое время Плутон,
находящийся на
расстоянии $39,5$ а.е. от
Солнца совершает полный
оборот вокруг Солнца?

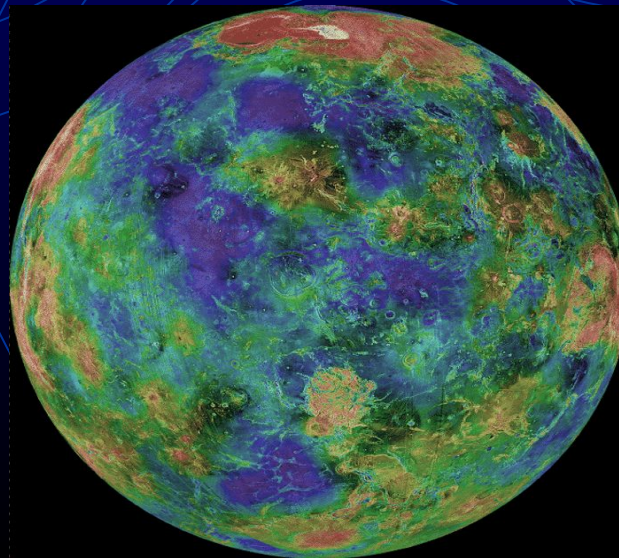


№2

Период обращения Венеры вокруг

Солнца 0,61 звёздного года.

Найти расстояние от Венеры до Солнца.



Применение

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

