

ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

Щеголева Мария
1-ДО



С древнейших времён считалось, что небесные тела движутся по «идеальным кривым» — *окружностям*. Однако в XVII в, выяснилось, что орбиты небесных тел отличаются от окружностей. Это важное открытие принадлежит **Иоганну Кеплеру**.



Кеплеру пришлось отказаться от кругового и равномерного движения планет. Для определения гелиоцентрических орбит планет он использовал результаты наблюдений датского астронома **Тихо Браге**.

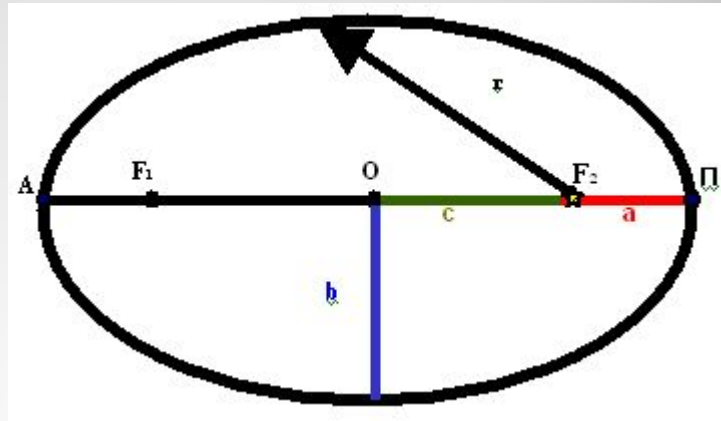
Особенно тщательно Кеплер изучал движение Марса. Итог его работ – открытие трёх основных законов движения планет. Эти законы носят имя Кеплера



Солнечная система в представлении Тихо Браге

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

a – большая полуось,
 b – малая полуось,
 F_1, F_2 – фокусы,
 r – радиус вектор,
 A – афелий,
 Π – перигелий.



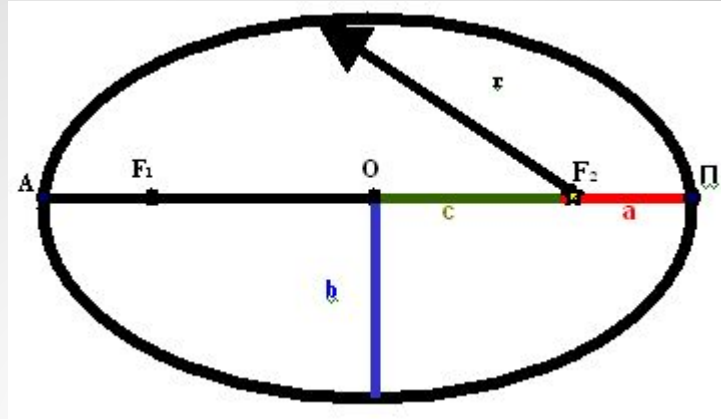
Каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Следовательно, орбиты всех планет имеют общий фокус, расположенный в центре Солнца.

Эллипс – геометрическое место точек, сумма расстояний которых от двух заданных, называемых фокусами, есть величина постоянная и равная $2a$, где a – большая полуось эллипса.

$$a = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

a – большая полуось,
 b – малая полуось,
 F_1, F_2 – фокусы,
 r – радиус вектор,
 A – афелий,
 Π – перигелий.



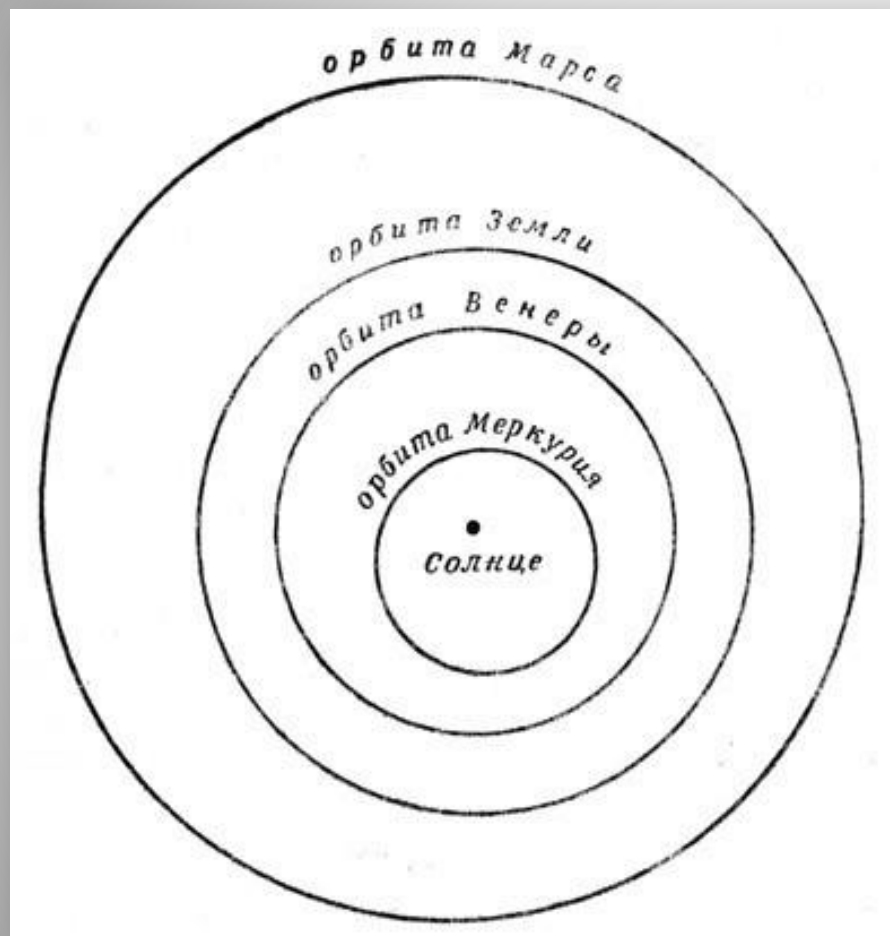
Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты, а афелий – самая удаленная от Солнца точка орбиты. Обе эти точки лежат на большой оси орбиты по разные стороны от Солнца. Степень вытянутости эллипса характеризуется эксцентриситетом e (слайд 10).

c – расстояние от центра до фокуса, a – большая полуось.

При совпадении фокусов с центром (слайд 11) ($e = 0$) эллипс превращается в окружность, при $e = 1$ становится параболой, при $e > 1$ – гиперболой.

Орбиты планет – эллипсы (слайд 12), мало отличаются от окружностей, так как их эксцентриситеты малы. Например, $e_{\text{Земли}} = 0,017$, $e_{\text{Марса}} = 0,091$.

$$e = \frac{c}{a}$$

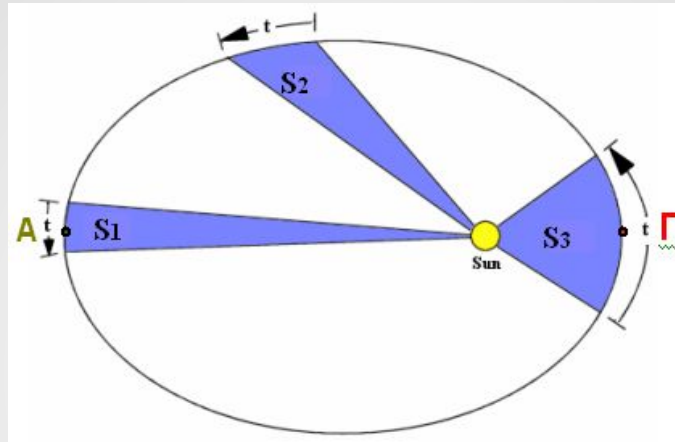


Орбиты Венеры и Земли близки к окружностям (эксцентриситет орбиты Венеры 0,0068, Земли – 0,0167).

Орбиты большинства других планет более вытянуты.

ВТОРОЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

(закон равных площадей)



Радиус-вектора планеты за равные промежутки времени описывает равновеликие площади.

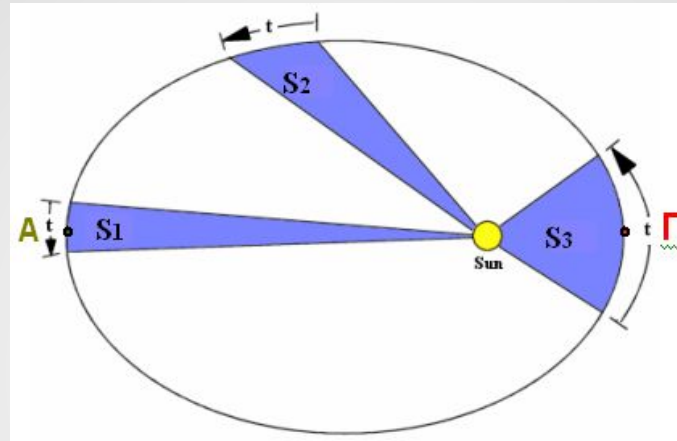
Радиус-вектор планеты – это расстояние от Солнца до планеты.

Площади S_1 и S_2 равны, если дуги описаны за одно и то же время. Дуги, ограничивающие площади различны, следовательно, линейные скорости движения планет будут разными. Чем ближе планета к Солнцу, тем ее скорость больше. В перигелии скорость планеты максимальна, а в афелии – минимальна.

Таким образом, второй закон Кеплера количественно определяет изменение скорости движения планеты по эллипсу.

ВТОРОЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

(закон равных площадей)



Первый и второй закон Кеплера были опубликованы в 1608-1609 годах. Оба закона решают задачу движения каждой планеты в отдельности. Совершенно естественно у Кеплера возникла мысль о существовании закономерности, связывающей все планеты в единую стройную планетную систему. Только в 1618 году Кеплер нашел и опубликовал в книге “Гармония мира” эту закономерность, известную под названием третьего закона Кеплера.

ТРЕТИЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

Квадраты сидерических периодов обращения двух планет относятся как кубы больших полуосей их орбит

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

T_1, a_1 – звездный период обращения и большая полуось одной планеты, а T_2, a_2 – другой планеты

Большая полуось земной орбиты принята за астрономическую единицу расстояний: 1 а. е. = 149000000000 м. Звездный период Земли 1 год = 365 суток.

Этот закон имеет огромное значение для определения относительных расстояний от Солнца, так как звездный период нетрудно вычислить по известному синодическому периоду.

Кеплер лишь описал, как движутся планеты, но не объяснил причин движения. Это удалось сделать лишь во второй половине 17 века Ньютону.



Третий закон Кеплера: скорости близких к Солнцу планет значительно больше, чем скорости далеких.