

# ***КОНФИГУРАЦИЯ ПЛАНЕТ***

# КОНФИГУРАЦИИ ПЛАНЕТ

Конфигурациями планет называют характерные взаимные расположения планет Земли и Солнца.

Все планеты относительно Земли делятся на внутренние (орбиты которых располагаются внутри земной орбиты) и внешние. К внутренним планетам относятся Венера и Меркурий, к внешним — все остальные. Для внутренних планет характерна конфигурация соединения.

Соединением называется такое положение планет, когда внутренняя планета находится либо между Землей и Солнцем, либо за Солнцем. В таких случаях она невидима. Положение планеты между Землей и Солнцем называется нижним соединением; в нем планета находится наиболее близко к Земле. Нахождение планеты за Солнцем называется верхним соединением, причем планета, максимально удалена от Земли.

Внутренние планеты не отходят от Солнца на большие углы (максимальный угол для Меркурия составляет  $28^\circ$ , для Венеры —  $48^\circ$ ). Наибольшие отклонения планет от Солнца на запад называются наибольшей западной элонгацией, на восток — наибольшей восточной элонгацией.

Для внешних планет также возможна *конфигурация соединения* (положение «за Солнцем»). При этом они невидимы для наблюдателя с Земли, поскольку теряются в лучах Солнца. Положение внешних планет на прямой Земля-Солнце называется *противостоянием*. Это наиболее удобная конфигурация для наблюдений планеты.



## ***ПЕРИОДЫ ОБРАЩЕНИЯ ПЛАНЕТ***

Синодическим периодом планеты называется промежуток времени, протекающий между повторениями ее одинаковых конфигураций.

Скорость движения планет тем больше, чем они ближе к Солнцу. Поэтому после противостояния Земля начнет обгонять те планеты, которые находятся дальше от Солнца. Со временем снова произойдет противостояние, поскольку Земля обгоняет планету на полный оборот.

Сидерический (или звёздный) период — это время, в течение которого планета совершает полный оборот вокруг Солнца по своей орбите..

Между синодическим ( $S$ , в сутках) и сидерическим ( $T$ , в сутках) месяцами существует соотношение. Для планет, находящихся между Солнцем и Землей:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{З}}}, \text{ где } T_{\text{З}} - \text{число суток в году.}$$

Для внешних планет:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{З}}} - \frac{1}{T}.$$

## ЗАДАЧА 1

*Через какой промежуток времени повторяются противостояния Марса, если звёздный период его обращения вокруг Солнца равен 1.9 года*

*Дано:*

$$T_3 = 1 \text{ год}$$

$$T = 1,9 \text{ года}$$

---

$S = ?$

*Решение:*

Синодический период для нижних планет

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_3} ; S = \frac{T T_3}{T - T_3} = \frac{1,9 \cdot 1}{0,9} = 2,1 \cdot 365,26 \text{ сут.} = 767 \text{ сут.}$$

## ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

### Первый закон Кеплера:

каждая планета обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Ближайшая к Солнцу точка орбиты называется *перигелием*, а самая далекая от него точка — *афелием*. Степень вытянутости эллипса характеризуется его эксцентриситетом.

$c$  – расстояние от центра эллипса до его фокуса

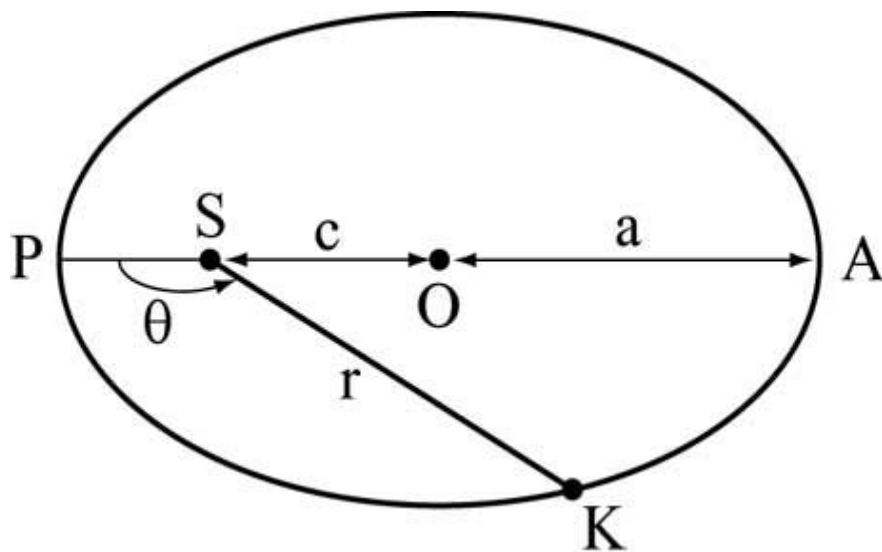
$a$  – большая полуось

$e$  – эксцентриситет

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

Расстояние от Земли до Солнца

1 а.е. = 149 600 000 км.

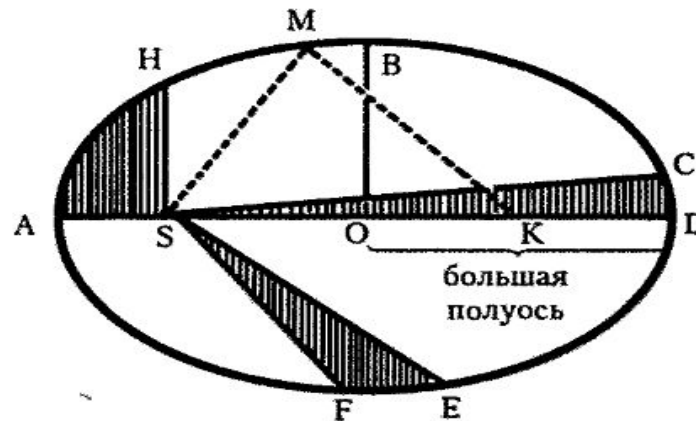


## *ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА*

*Второй закон Кеплера (закон площадей):*

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

Если рассмотреть движение планеты, то дуги, описанные планетой за одинаковые промежутки времени в различных местах орбиты, различны, хотя ограничивают равные площади. Следовательно, линейная скорость движения планеты. неодинакова в разных точках ее орбиты. Скорость планеты при движении ее по орбите тем больше, чем ближе она к Солнцу. В перигелии скорость планеты наибольшая.



## *ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА*

*Третий закон Кеплера:*

**квадраты звездных периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.**

**Если большую полуось орбиты и звездный период обращения одной планеты обозначить соответственно через  $a_1$ ,  $T_1$ , а другой планеты — через  $a_2$ ,  $T_2$ , то формула третьего закона будет такова:**

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

**Третий закон Кеплера связывает длины больших полуосей планетных орбит с длиной большой полуоси земной орбиты. В астрономии эта длина принята за основную единицу измерения расстояний — *астрономическую единицу* (а. е.).**

## ЗАДАЧА 2

За 84 земных года Уран делает один оборот вокруг Солнца. Во сколько раз он дальше от Солнца, чем Земля?

$$T_3 = 1 \text{ год}$$

$$T_y = 84 \text{ года}$$

$$a_3 = 1 \text{ а.е.}$$

$$\frac{T_3^2}{T_y^2} = \frac{a_3^3}{a_y^3}; \quad a_y = \sqrt[3]{\frac{a_3^3 T_y^2}{T_3^2}} = \sqrt[3]{7056} = 19,2$$



## *ОБОБЩЁННЫЙ ТРЕТИЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА*

Для определения масс небесных тел важное значение имеет обобщение Ньютоном третьего закона Кеплера на любые системы обращающихся тел.

В обобщенном виде этот закон обычно формулируется так: квадраты периодов  $T_1$  и  $T_2$  обращения двух тел вокруг Солнца, помноженные на сумму масс каждого тела (соответственно  $M_1$  и  $M_2$ ) и Солнца ( $M_{\odot}$ ), относятся как кубы больших полуосей  $a_1$  и  $a_2$  их орбит:

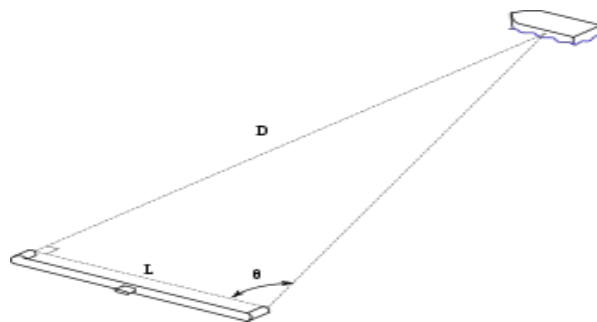
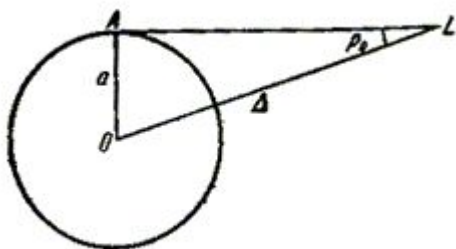
$$\frac{T_1^2 (M_1 + M_{\odot})}{T_2^2 (M_2 + M_{\odot})} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ДО ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И РАЗМЕРОВ ЭТИХ ТЕЛ.

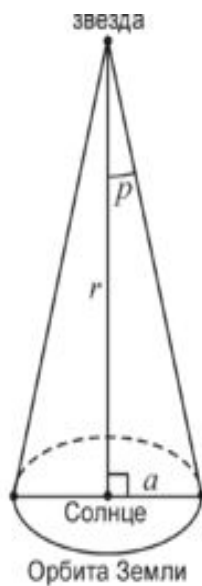
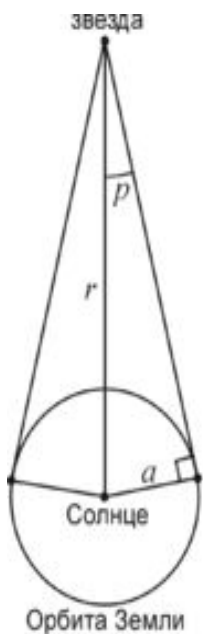
Параллакс используется в астрономии для измерения расстояния до удалённых объектов (в специальных единицах — парсеках)

$p$ - параллакс (угол, под которым из недоступного места виден базис)

$P_0$ – горизонтальный экваториальный параллакс светила (угол, под которым со светила был бы виден экваториальный радиус Земли)



# ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПАРАЛЛАКС



$$\sin p_0 = \frac{R_3}{D}; D = \frac{R_3}{\sin p_0}$$

$D$  – расстояние от центра Земли до центра тела солнечной системы.

$R_3$  – экваториальный радиус Земли.

Для малых углов  $\sin p_0 = p_0$

$p_0$  выражают в секундах дуги.

$$\sin p_0 = \frac{R_3}{206265''}; (1 \text{ рад} = \frac{180^\circ}{3.14} = 57.325^\circ = 206265'')$$

$$D = \frac{206265'' R_3}{p_0}$$

$D$  измеряется либо в км, либо в радиусах Земли.

## ЗАДАЧА 3

Определите линейный радиус Марса, если известно, что во время великого противостояния его угловой радиус составляет  $12.5''$ , а горизонтальный параллакс равен  $23,4''$ . (Радиус Земли принять равным  $6400$  км)

$$\rho_M = 12.5''$$

$$D = \frac{R}{p}; \text{ с другой стороны } D = \frac{r}{p_M}, \text{ откуда}$$

$$R = 6400 \text{ км} \quad \frac{R}{p} = \frac{r}{p_M}, \text{ тогда } r = \frac{R p_M}{p} = \frac{6400 \text{ км} \cdot 12.5''}{23,4''} =$$

$$R = 23,4'' \quad = 3420 \text{ км}$$

$r = ?$

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- 1. Определите синодический период обращения Меркурия, зная, что его звездный период обращения вокруг солнца равен 0,24 года.**
- 2. Определите расстояние от Солнца до Урана, зная, что период обращения Урана вокруг Солнца равен 84 года. ( воспользуйтесь 3 законом Кеплера)**