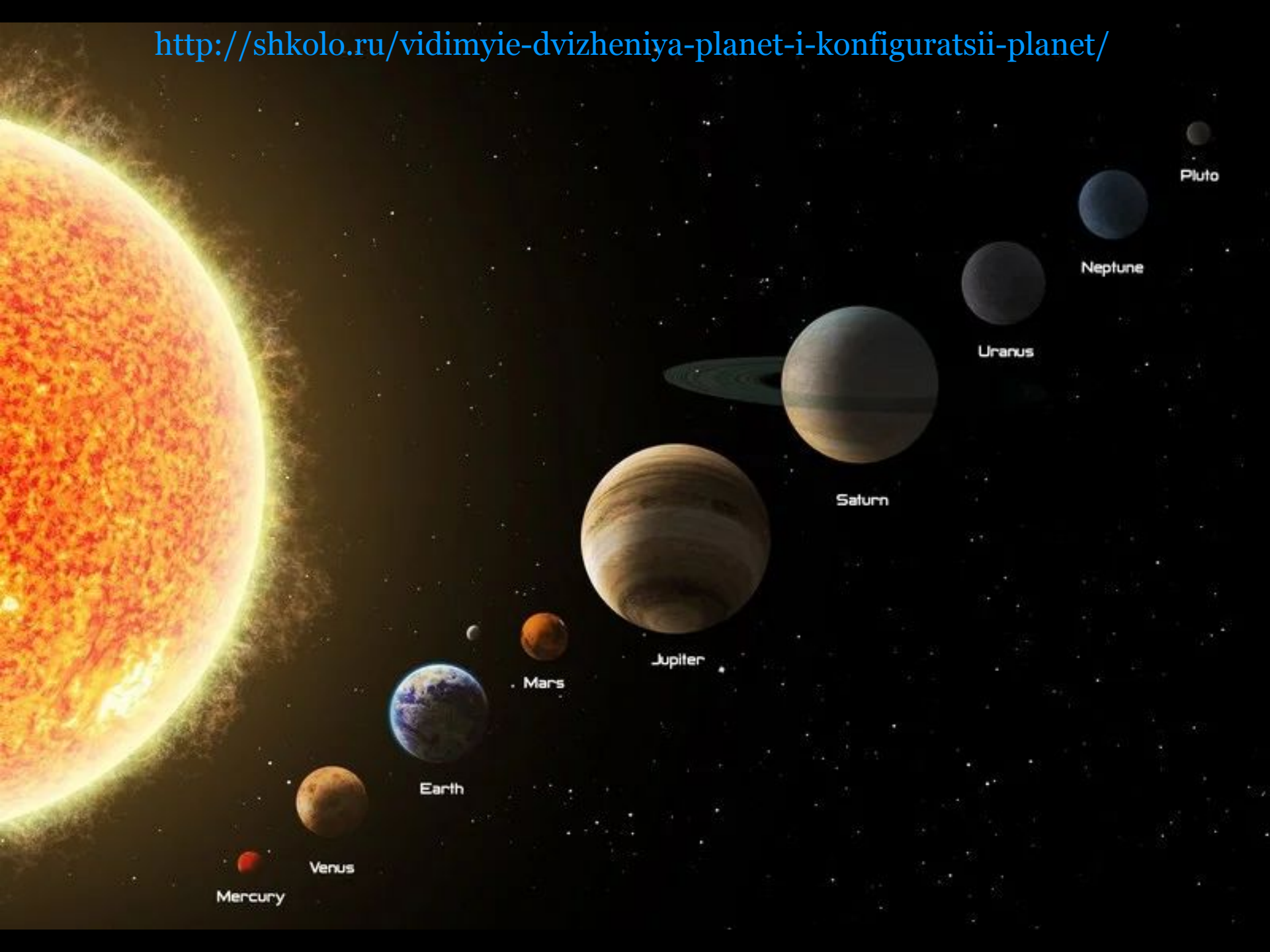




# Видимые движения и конфигурации планет



**Конфигурациями планет** называют характерные взаимные расположения планет Земли и Солнца.







Характерные расположения планет относительно Солнца называются **конфигурациями**



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.



Венера



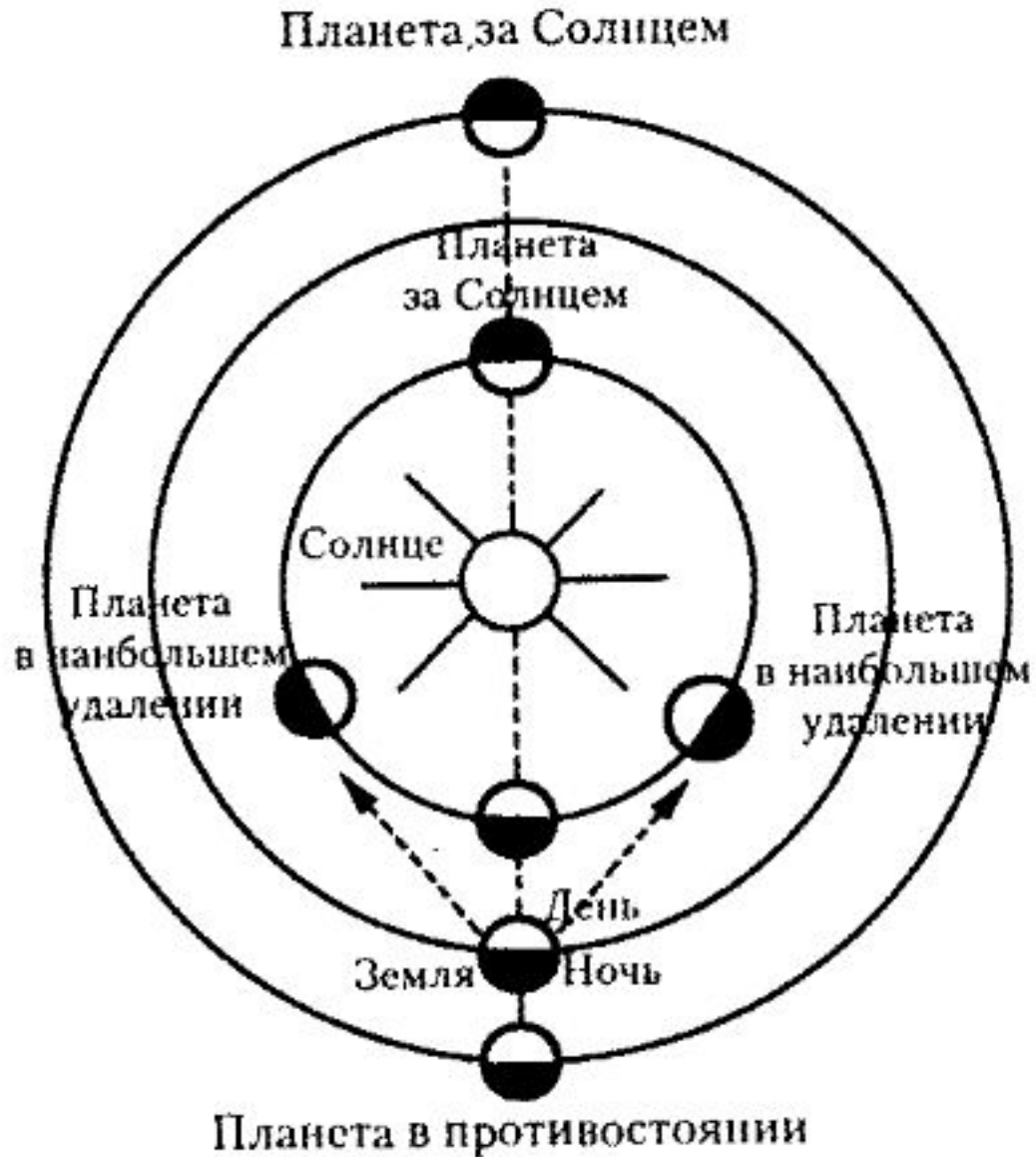
Меркурий

**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***.



# Конфигурации планет



# 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 станет обгонять те планеты, которые находятся дальше от Солнца. Со временем снова произойдет противостояние, поскольку Земля обгоняет планету на полный оборот.

Можно сказать, что ***синодический период*** ***внешней планеты*** — это промежуток времени, по истечении которого Земля обгоняет планету на  $360^\circ$  в их движении вокруг Солнца.

***Сидерический период*** — это время, по прошествии которого для наблюдателя, находящегося на Солнце, планета возвращается к той же самой звезде.

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:

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



# Законы Кеплера

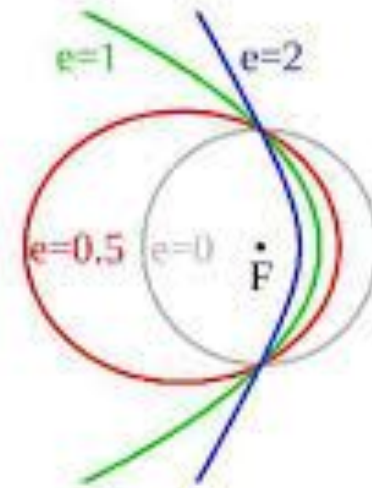
Иоганн Кеплер (1571—1630 гг.) открыл свои законы, изучая периодическое обращение Марса вокруг Солнца.



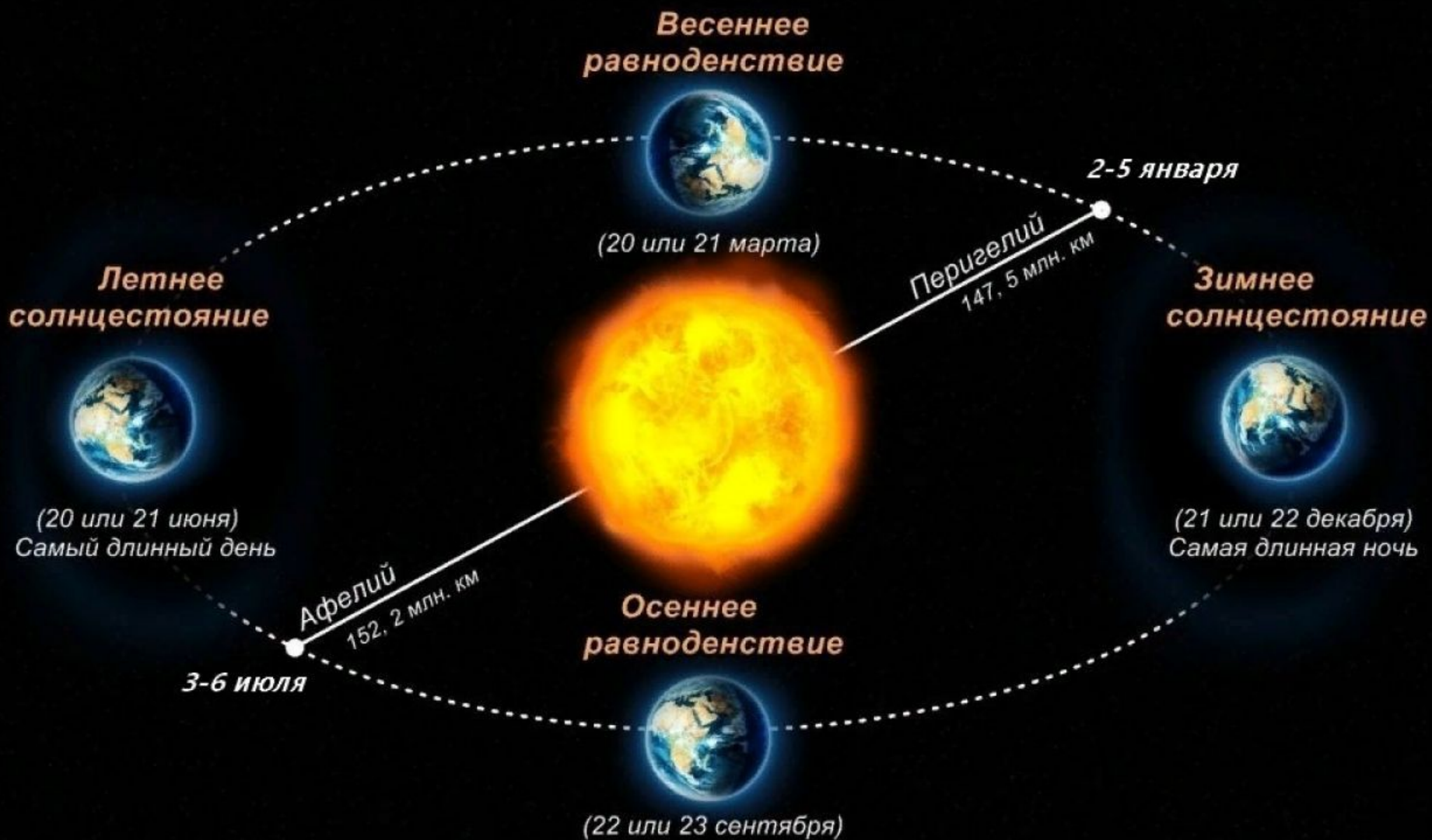
**Иоганн Кеплер** (27 декабря 1571 года, Вайль-дер-Штадт — 15 ноября 1630 года, Регенсбург) — немецкий математик, астроном, механик, оптик, первооткрыватель законов движения планет Солнечной системы.

**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**. Воображаемую линию между афелием и перигелием называют **линией апсид**. Степень вытянутости эллипса характеризуется его эксцентриситетом.

### Эксцентриситет



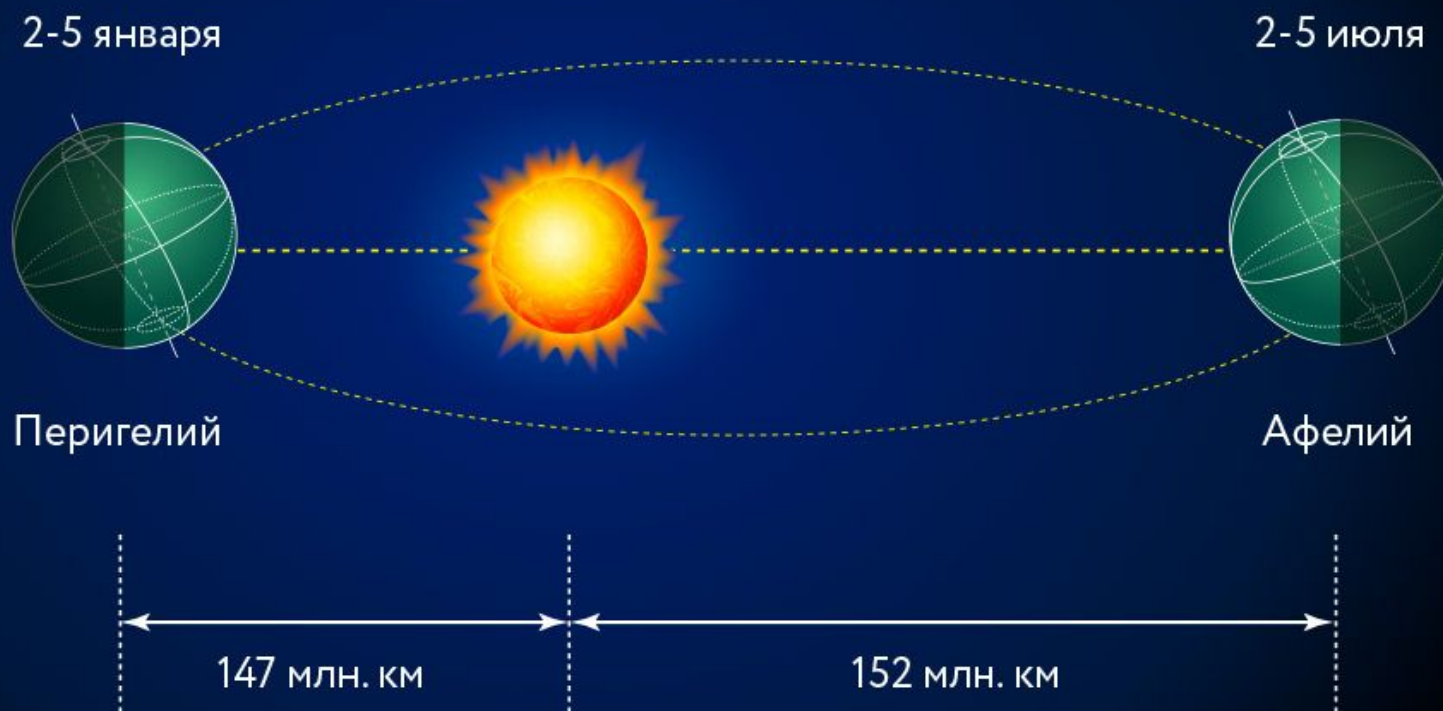


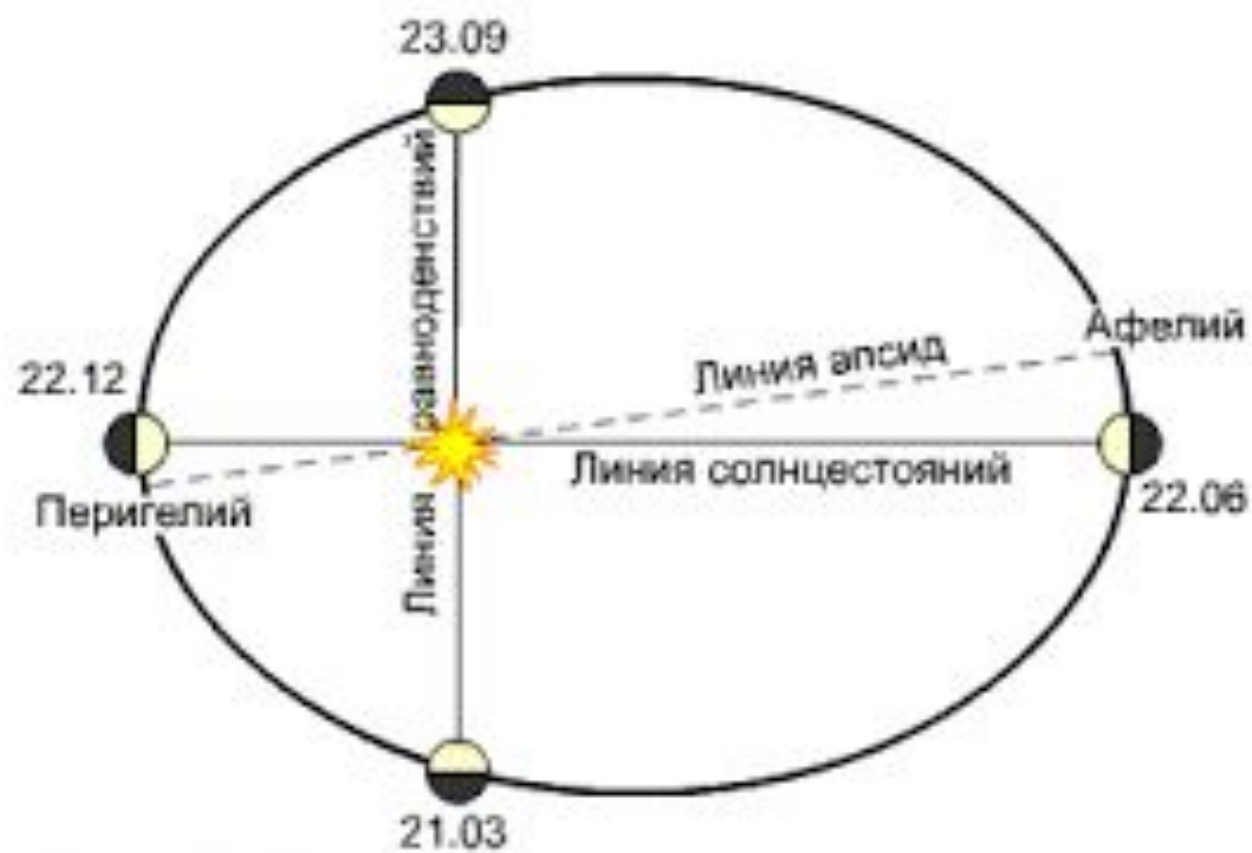




# Перигелий и афелий Земли

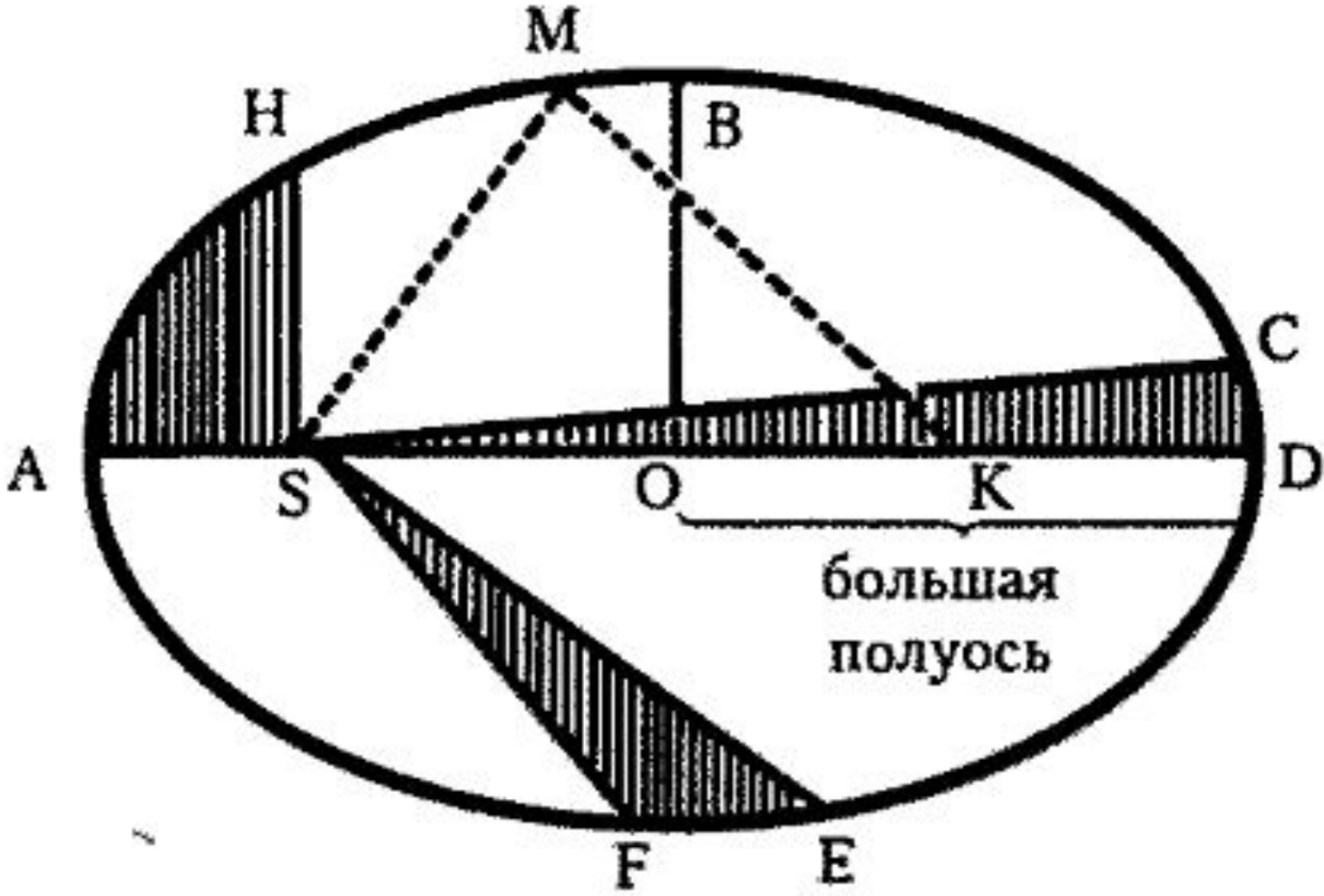
МОСКОВСКИЙ  
ПЛАНЕТАРИЙ





***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.

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



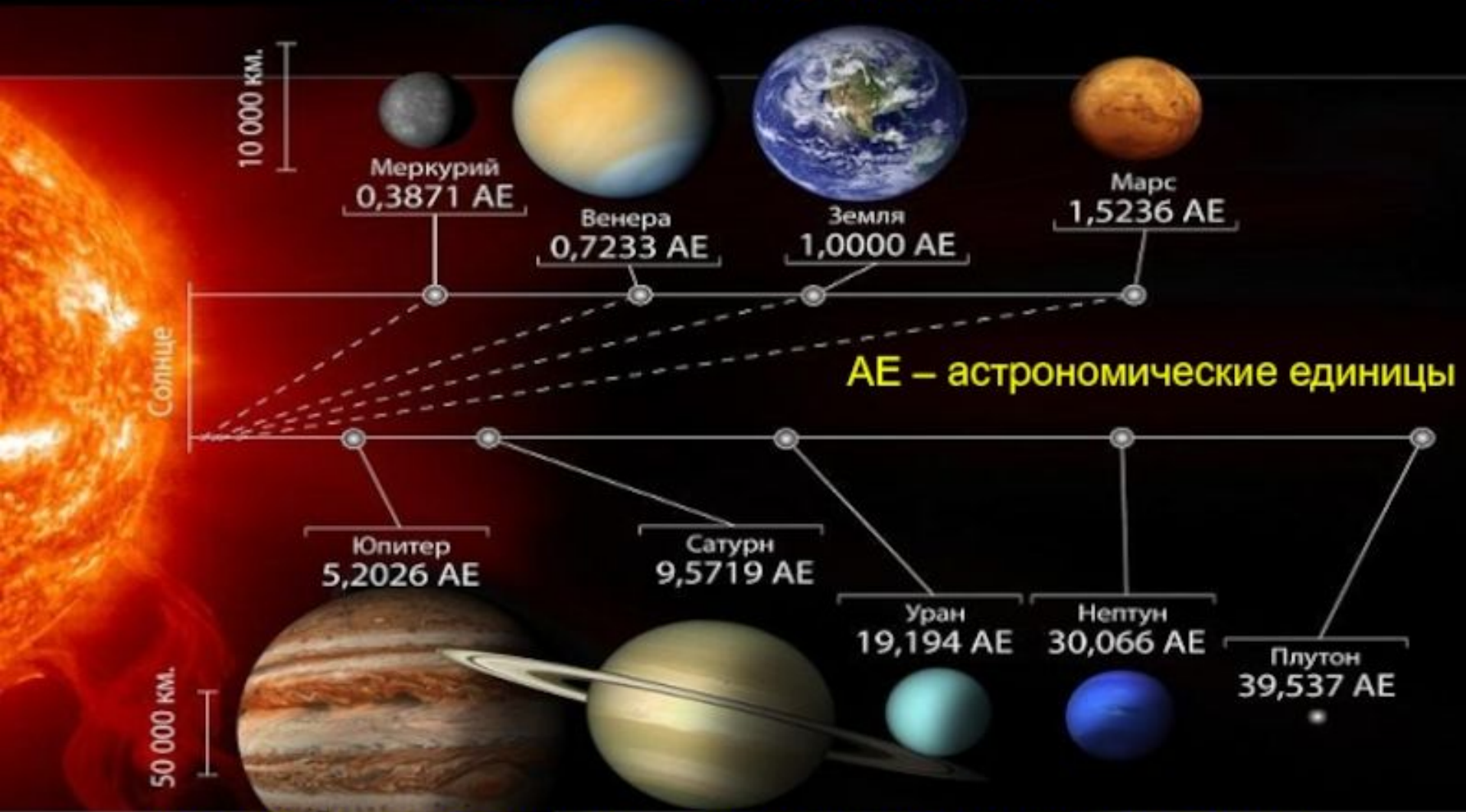


**Третий закон Кеплера:** квадраты звездных периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит. Если большую полуось орбиты и звездный период обращения одной планеты обозначить соответственно через  $a_1, T_1$ , а другой планеты — через  $a_2, T_2$ , то формула третьего закона будет такова:

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

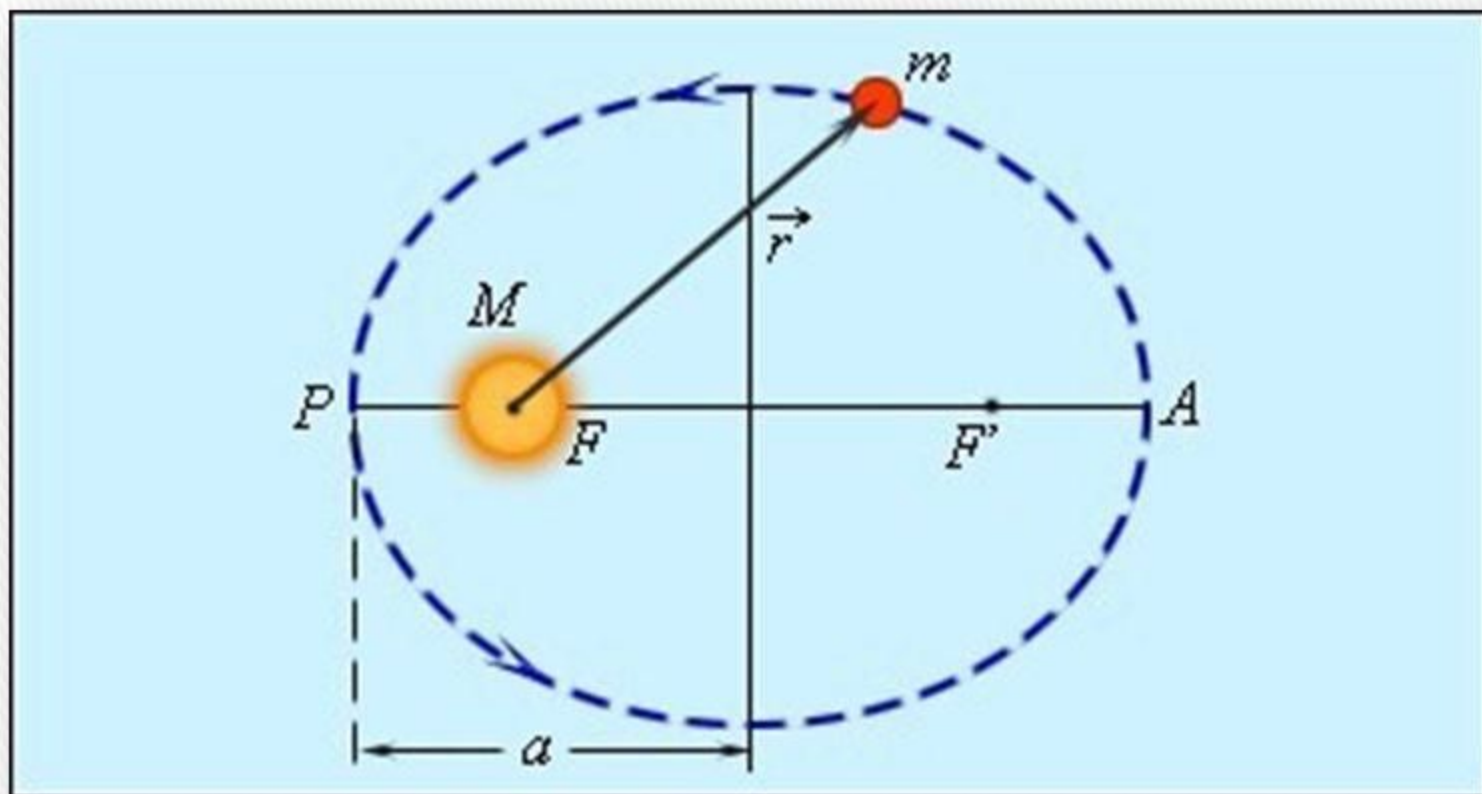
Третий закон Кеплера связывает длины больших полуосей планетных орбит с длиной большой полуоси земной орбиты. В астрономии эта длина принята за основную единицу измерения расстояний — ***астрономическую единицу*** (а. е.).

# АСТРОНОМИЯ



**Астрономическая единица** — исторически сложившаяся единица измерения расстояний в астрономии, в Системе постоянных IERS 1992 равная 149 597 870,610 км. **Астрономическая единица** приблизительно равна среднему расстоянию между центрами масс Земли и Солнца.

# ПЕРВЫЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА



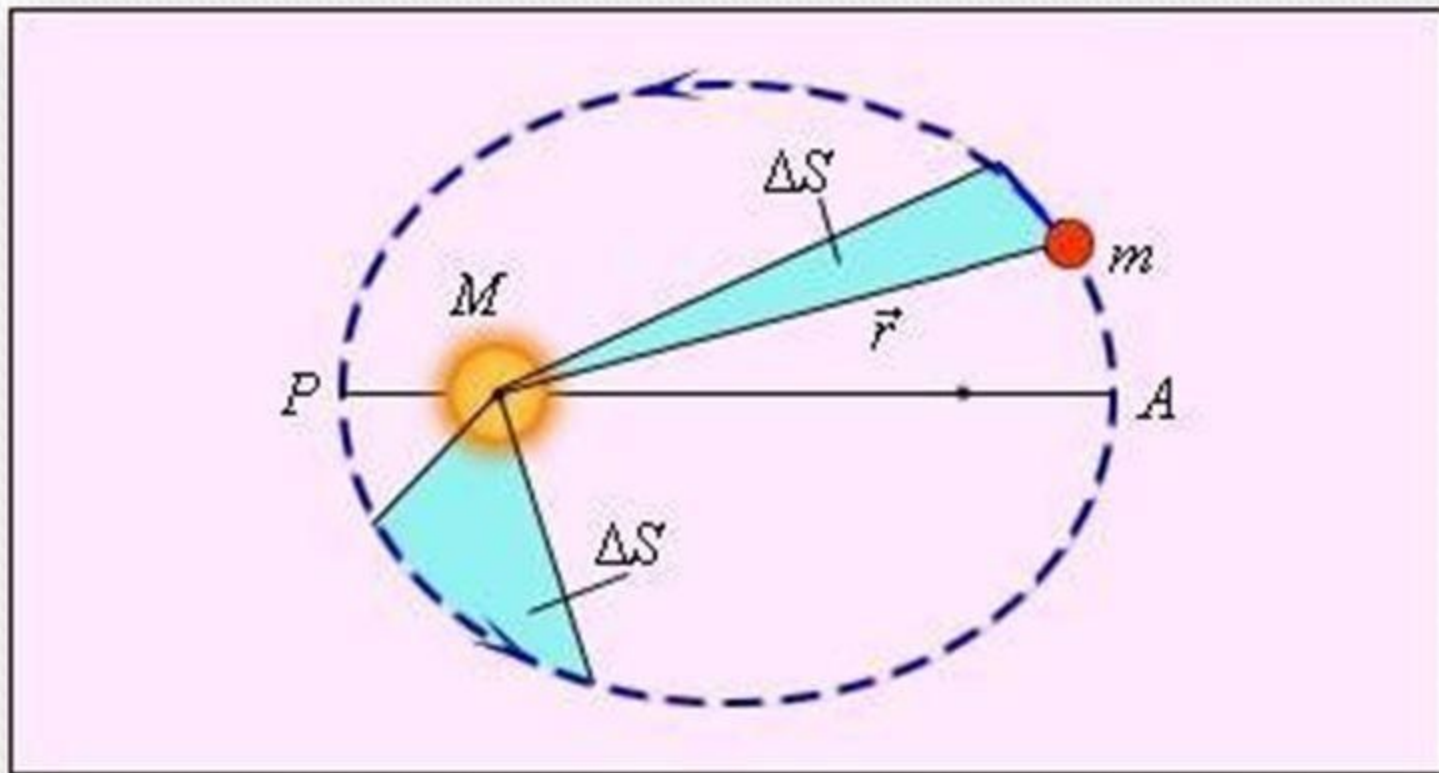
*Орбита каждой планеты есть эллипс, в одном из фокусов ( $F$ ) которого находится Солнце*

Эллиптическая орбита планеты массой  $m \ll M$ .

$a$  – большая полуось,  $F$  и  $F'$  – фокусы орбиты



# ВТОРОЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА



*Радиус-вектор планеты в равные промежутки времени описывает равные площади.*

Планета движется вокруг Солнца неравномерно: линейная скорость планеты вблизи перигелия больше, чем вблизи афелия

# ТРЕТИЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА

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

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





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

A vibrant, colorful collage of space imagery. The background is a deep black space filled with numerous stars of varying colors and sizes. Several galaxies are visible, including a prominent white and blue spiral galaxy at the top center, and other colorful, irregular galaxies in shades of purple, green, and red. In the foreground, there are several planets and moons: a large blue and white Earth in the center, a reddish-orange Mars-like planet above it, a green and yellow Jupiter-like planet to the right, a Saturn-like planet with rings on the left, and various smaller planets and moons in shades of blue, orange, and brown. A bright yellow and orange sun or star is visible in the bottom left corner. The overall scene is a rich and detailed representation of the universe.

**Спасибо за  
внимание!**