

Законы движения небесных тел

Представления о Земле

Плоская Земля

«Библейская»
Земля

Сферическая
Земля



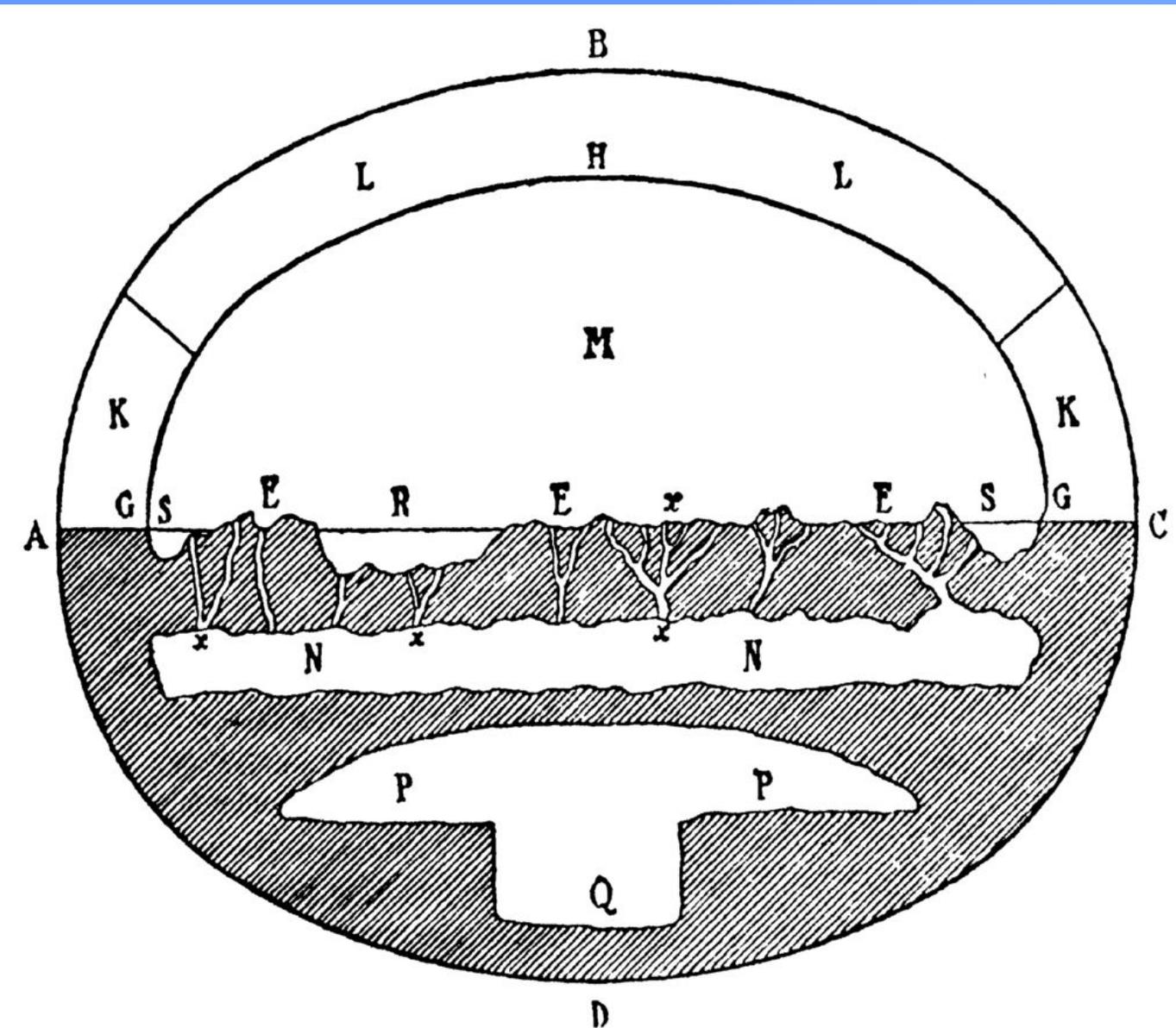
Дажбудви́па

Земля людей
Гигантский диск,
окруженный океаном, в
центре которого
расположена священная
гора Меру – вершина
мира, вокруг которой
обращаются Солнце,
Луна и звезды

Представление Анаксимандра



«Библейская» Земля Д.В.



Легенда

ABC — кривая бездны

ADC — кривая бездны

AEC — плоскость земли и морей

EEE — Земля

GHG — поддерживающий его твёрдый свод

KK — хранилище ветров

LL — небесные воды, источник дождя

M — воздушное пространство, где формируются тучи

NN — подземный водоём (соединён с морем протоками)

RQR — жилище мёртвых

SS — море

xxx — источники из великой бездны.



Доказательства сферичности Земли

Луна

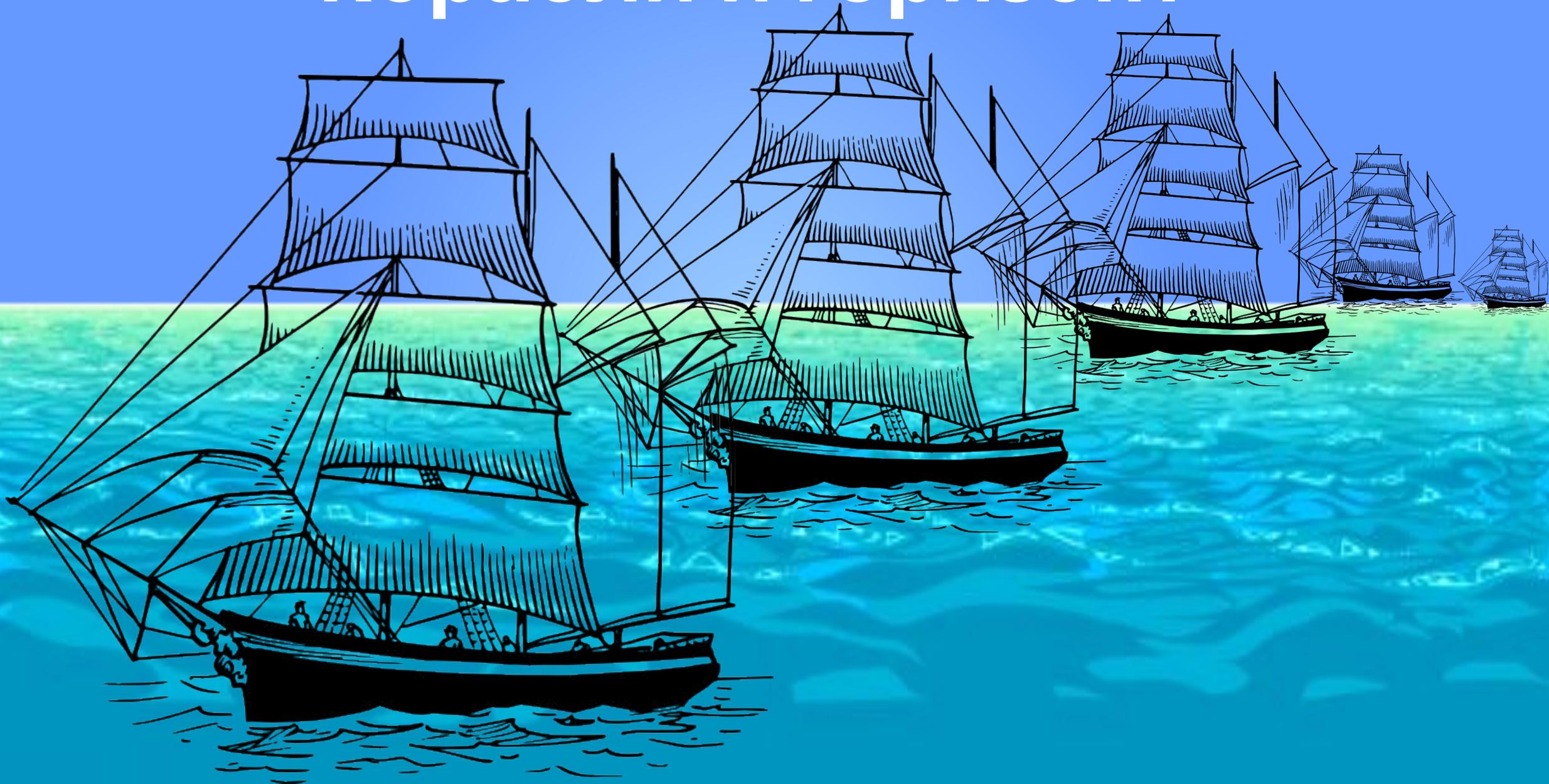


Тень на Луне, как заметил Аристотель, является тенью планеты Земля и имеет форму овального диска, что доказывает, что Земля не только круглая, но и не плоская

Корабли и горизонт



Корабли и горизонт



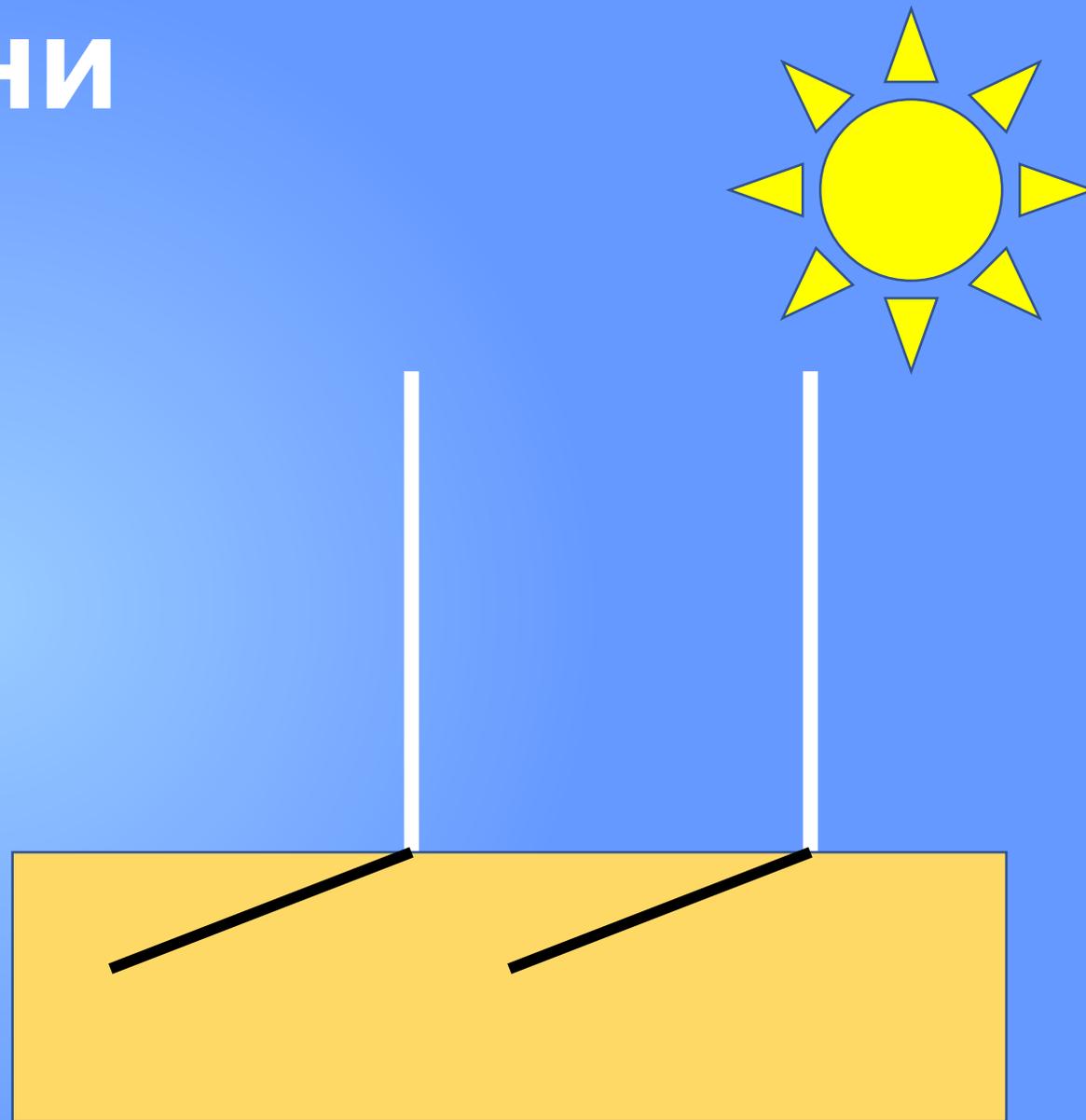
Смена созвездий

Чем дальше наблюдатель от экватора, тем далее «известные» созвездия уходят к горизонту, сменяясь другими звездами. Этого не происходило бы, будь мир плоским.



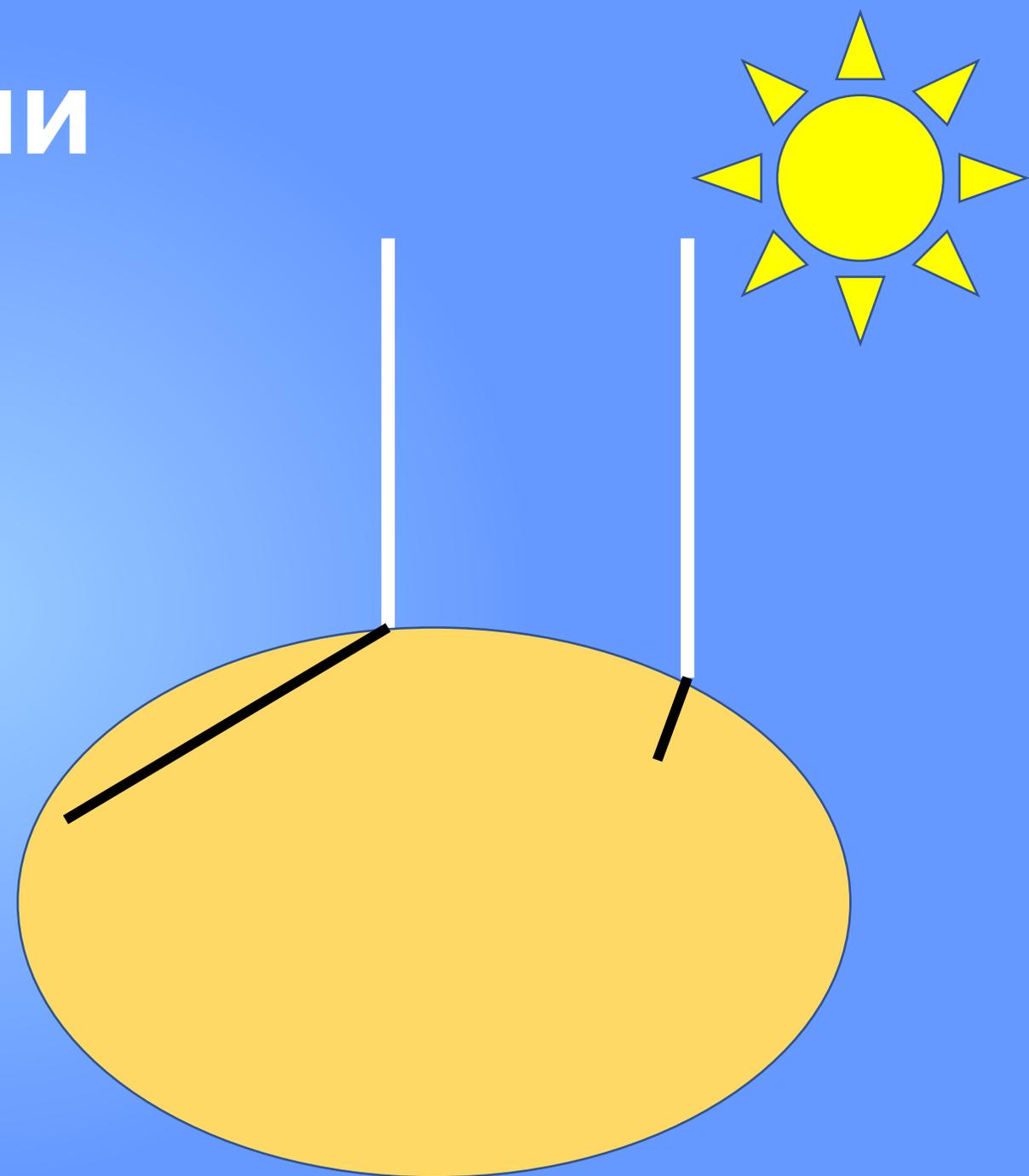
Тени

Если воткнуть палку в землю, то она даст тень, которая будет изменяться с течением времени. Если бы мир был плоским, две разные палки в разных местах давали бы одну и ту же тень



Тени

Если воткнуть палку в землю, то она даст тень, которая будет изменяться с течением времени. Если бы мир был плоским, две разные палки в разных местах давали бы одну и ту же тень



Чем выше, тем дальше видимость



Плоскос

Чем выше, тем дальше видимость



Часовые пояса



Центр тяжести

Благодаря сферической форме в каждой точке Земли сила тяжести направлена всегда вертикально вниз, к центру сферы.

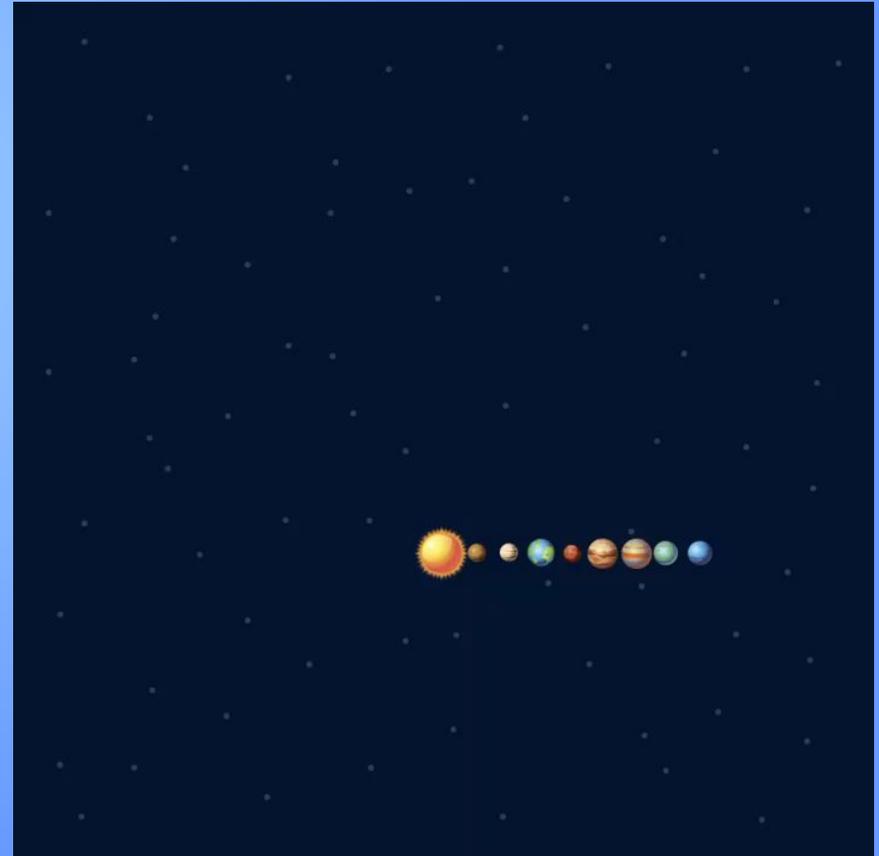
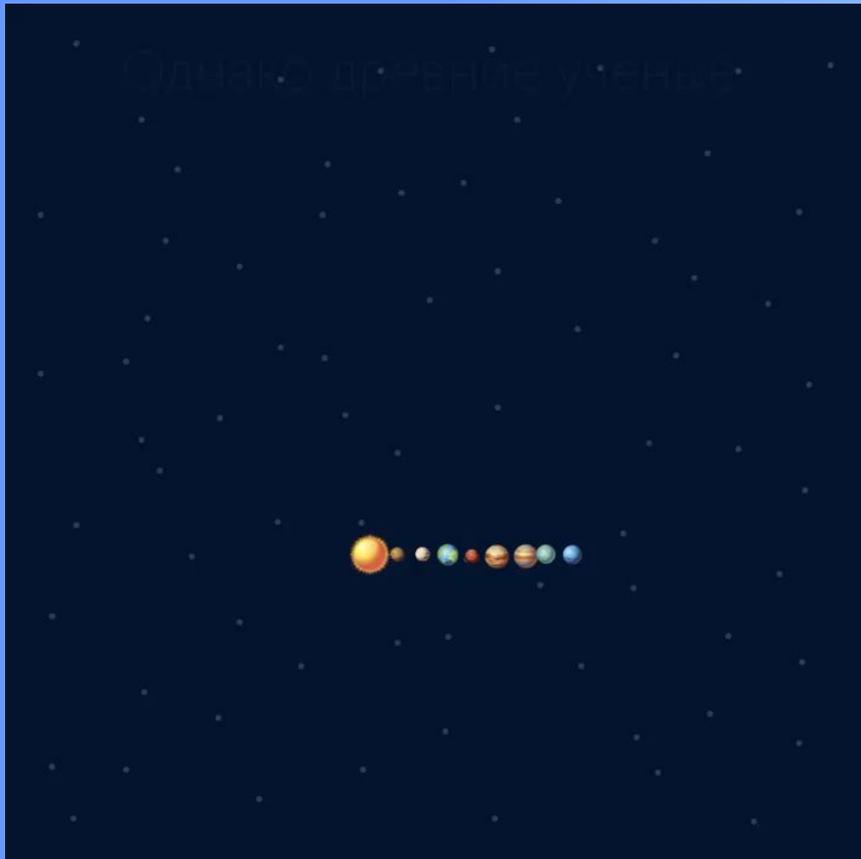
Будь она плоской, вектор силы тяжести был бы направлен к некоему общему центру, который, в зависимости от положения объекта, менял бы свое направление.

Снимки из космоса



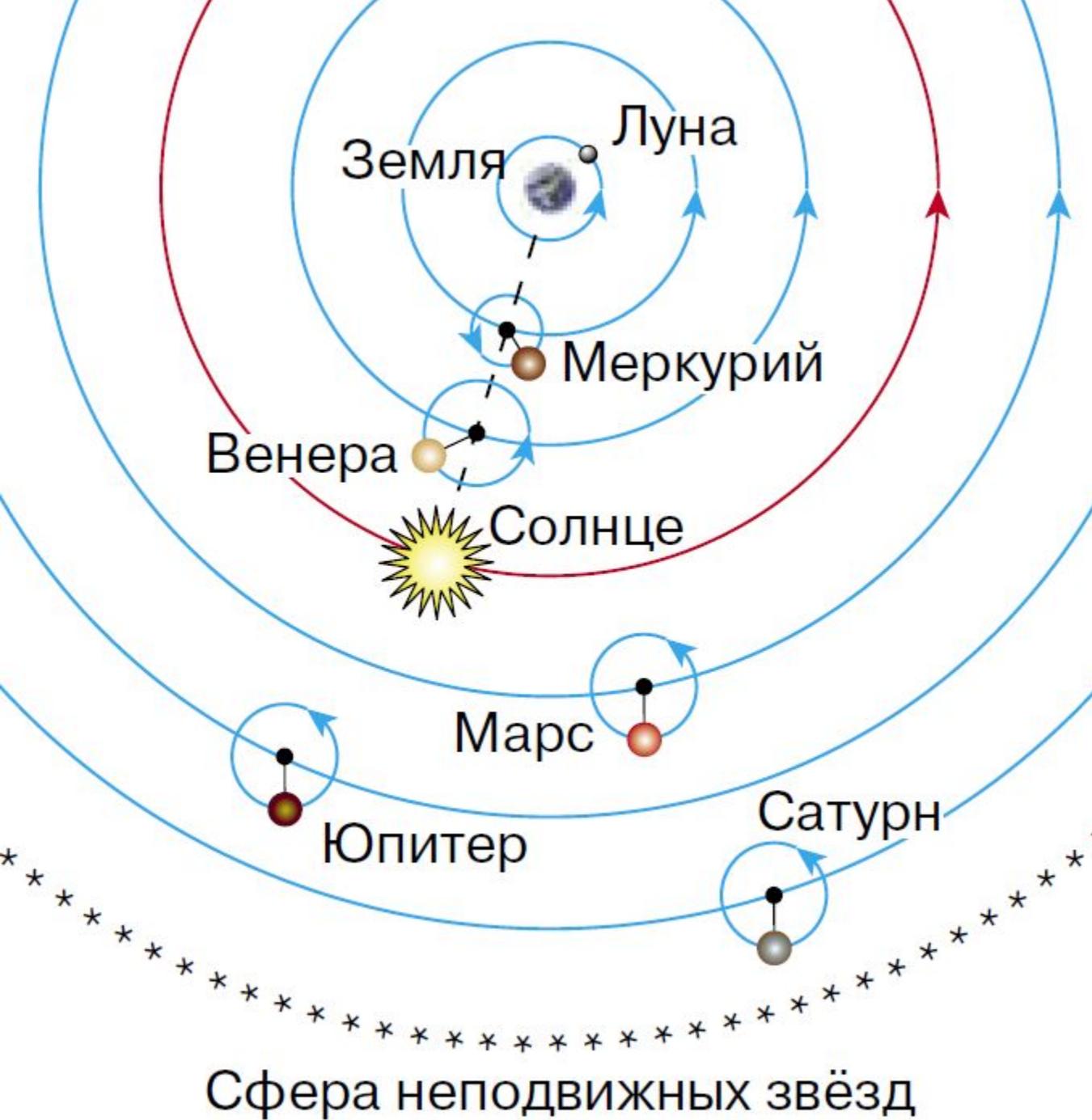
Система

мира
Геоцентрическ Гелиоцентричес



Геоцентрическая система



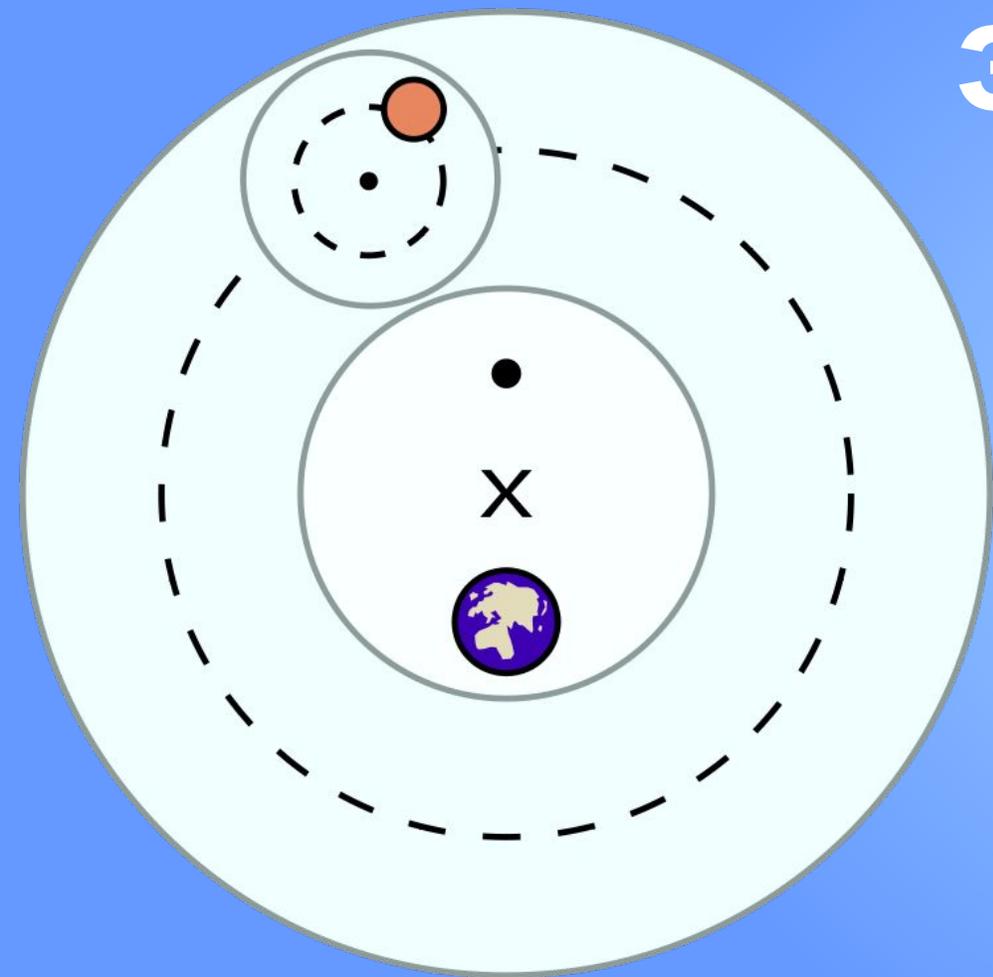


Геоцентрическая система Клавдия Птолемея

Точка

Для улучшения теории Птолемея использовалось понятие экванта, уравнивающей точки.

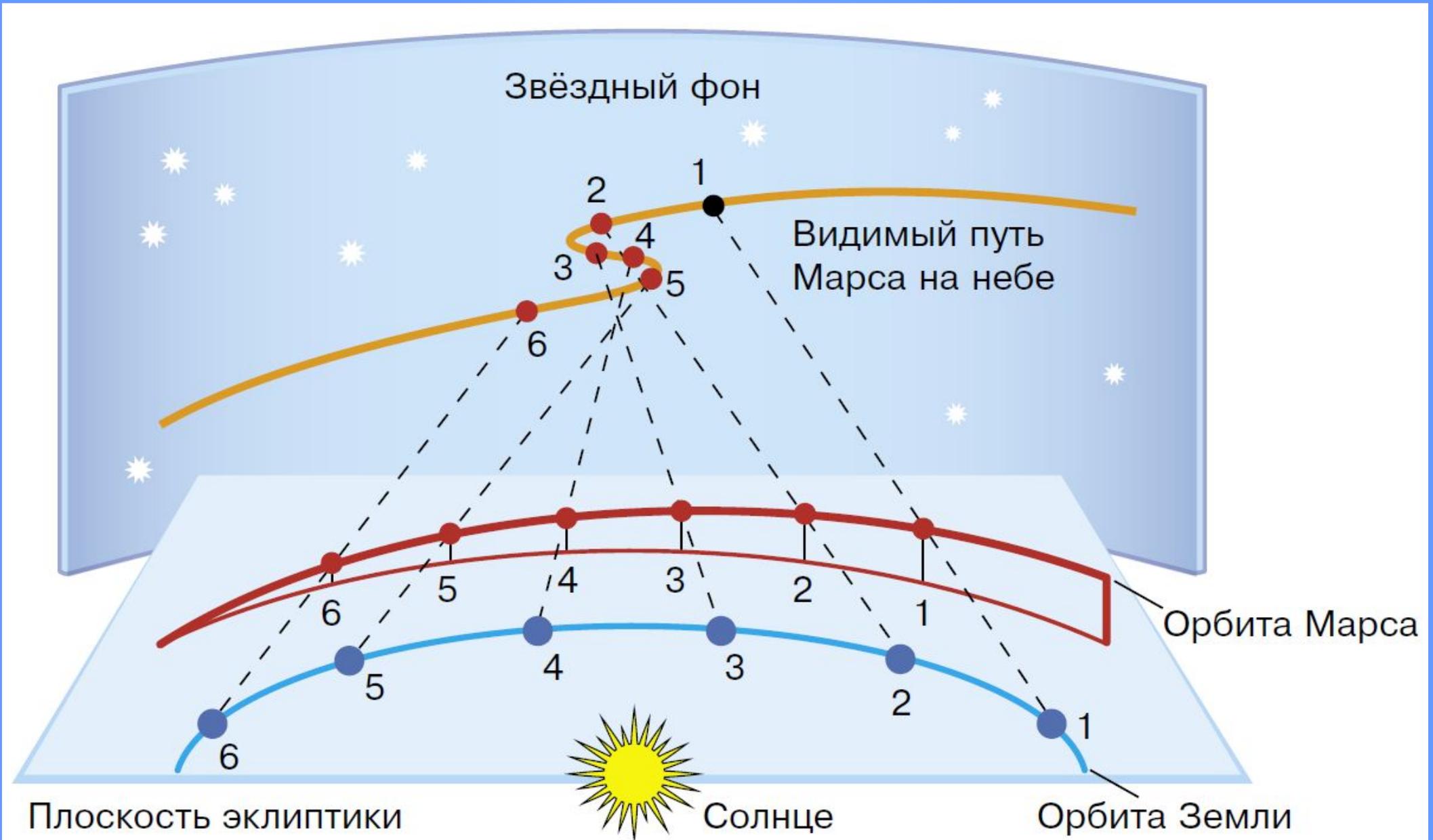
Предполагается, что движение центра эпицикла планеты выглядит равномерным при наблюдении не из центра деферента, а из точки экванта, которая смещена относительно его. Земля также находится не в центре деферента, а смещена в противоположную сторону симметрично экванту. При этом для земного наблюдателя эпицикл планеты будет двигаться неравномерно, что лучше отражает видимое движение планеты. Таким образом, уже в эпоху Птолемея геоцентрическая система мира в своём математическом аппарате стала не совсем ГЕОцентрической, хотя в ней Земля по-прежнему считалась неподвижной.



Гелиоцентрическая система Николая Коперника

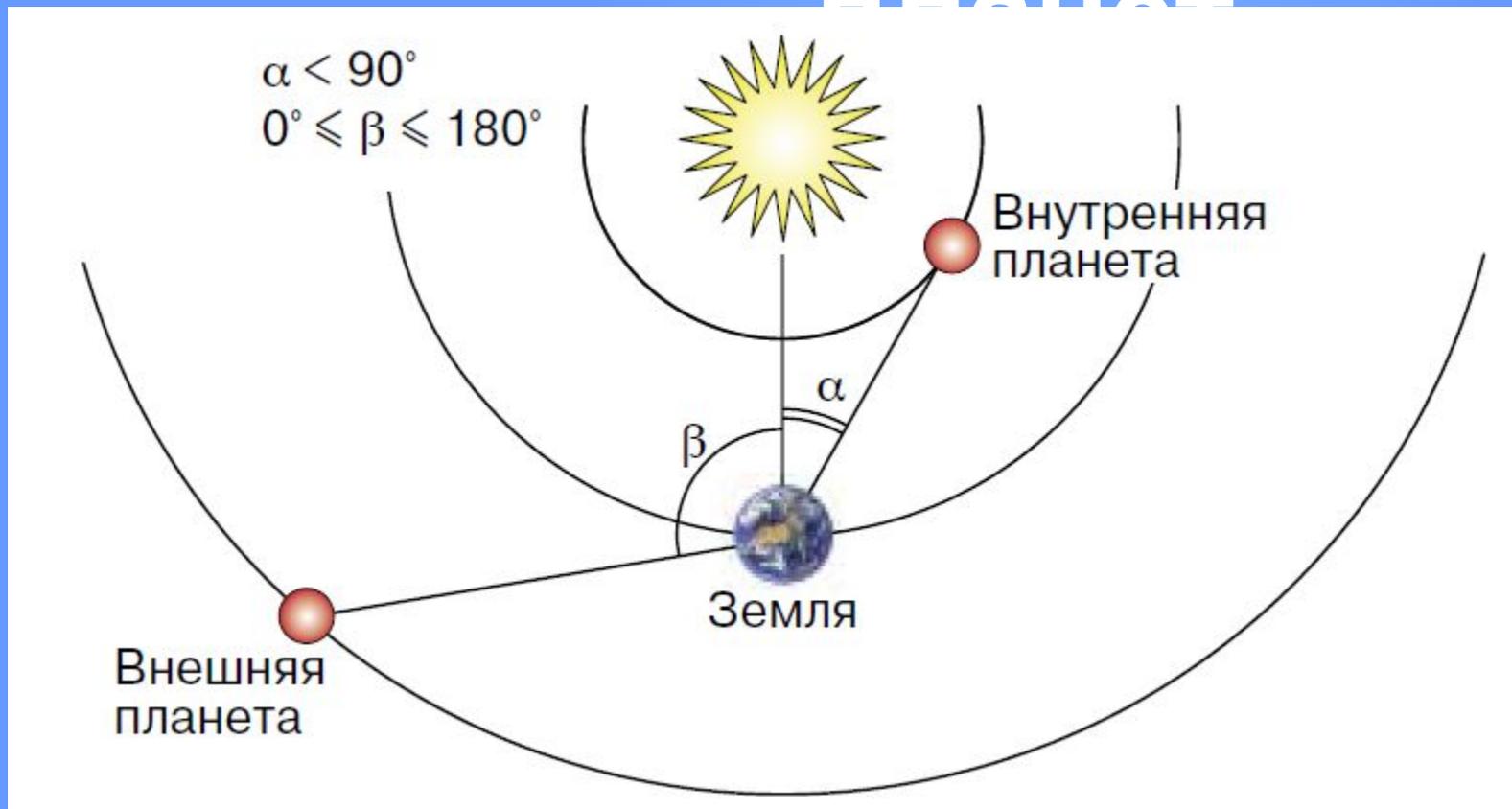


Движение Земли и Марса по своим



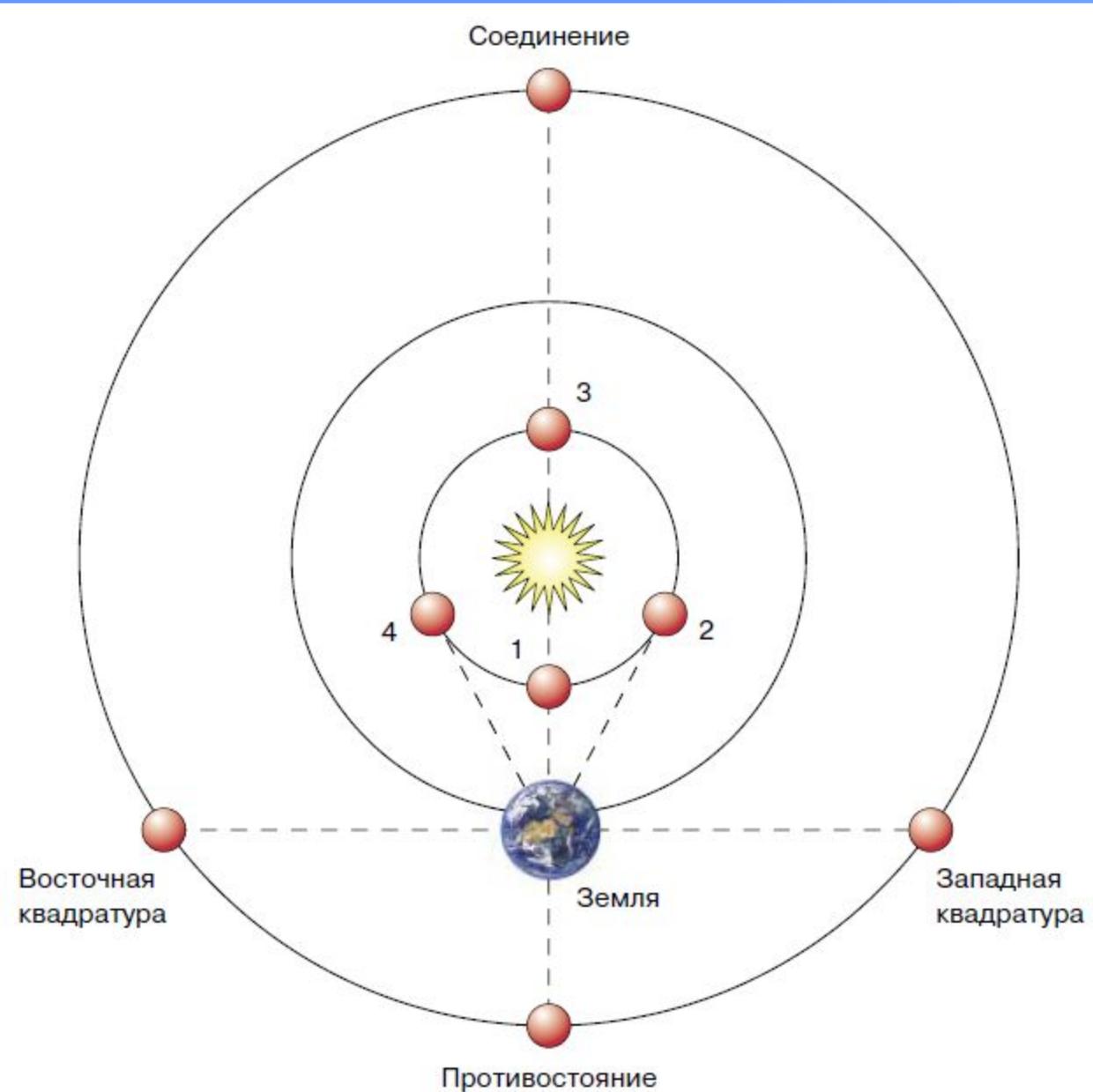
Движение

ПЛАНЕТ



Угловое расстояние планеты от Солнца для земного наблюдателя называется *элонгацией*. У внутренних планет элонгация не может быть больше 90° , а у внешних планет может иметь любое значение

Конфигурации



Квадратурой называют элонгацию, равную 90° .

Конфигурации внутренних планет:

1 — нижнее соединение;

2 — наибольшая западная элонгация;

3 — верхнее соединение;

4 — наибольшая восточная элонгация.

Периоды обращения



Синодический

Промежуток времени
между двумя
последовательными
одноименными
конфигурациями
планеты

Сидерический

Период обращения
планеты вокруг
Солнца по отношению
к звездам (звездный
период обращения)

Периоды обращения внешних планет

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{P} = \frac{1}{S},$$

где T – сидерический (звездный) период Земли;
 P – сидерический период планеты;
 S – синодический период планеты

Периоды обращения внутренних

планет

$$\frac{1}{P} - \frac{1}{T} = \frac{1}{S},$$

где T – звездный период Земли;

P – сидерический (звездный) период планеты;

S – синодический период планеты

Задача №1

Звёздный период обращения Юпитера равен 12 годам. Через какой промежуток времени повторяются его противостояния?

Задача №1

$$T = 1 \text{ год}$$

$$P = 12 \text{ лет}$$

$$S = ?$$

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{P} = \frac{1}{S}$$

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{12} = \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{11}{12} = \frac{1}{S} \Rightarrow S = \frac{12}{11}$$

$$\Rightarrow S = 1.09 \approx 398 \text{ сут.}$$

Задача №2

Меркурий находится в нижнем соединении с Солнцем примерно каждые 116 земных суток. Каков его звёздный период?

Задача №2

$$T = 1 \text{ год}$$

$$S = 116 \text{ сут.}$$

$$P = ?$$

$$\frac{1}{P} - \frac{1}{T} = \frac{1}{S}$$

$$\frac{1}{P} - \frac{1}{1} = \frac{1}{0.317} \Rightarrow \frac{1}{P} = 3.15 + 1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{P} = 4.15 \Rightarrow P = \frac{1}{4.15} \Rightarrow P = 0.241$$

Задача №2

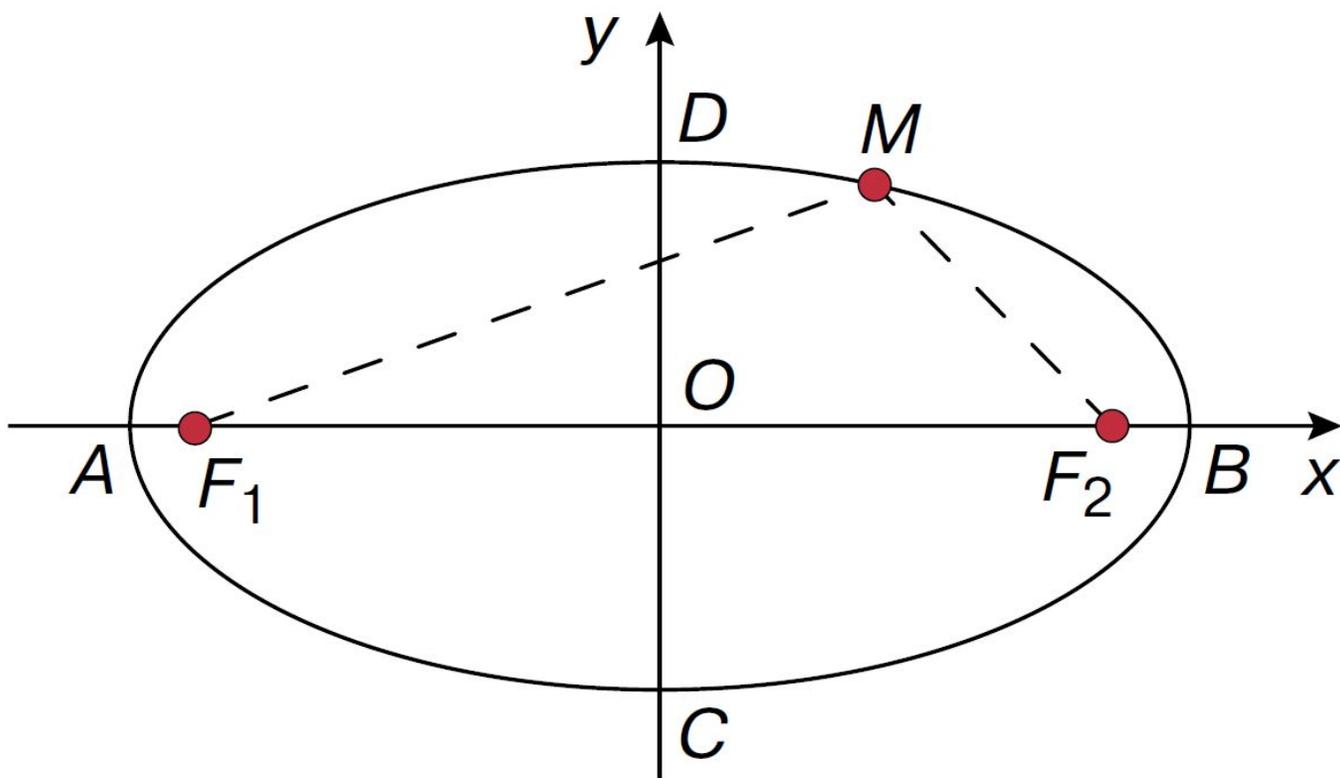
$$P = 0.241 \approx 88 \text{ сут.}$$

Законы Иоганна

**Кеплера
Закон №1**

**Каждая планета движется вокруг
Солнца по эллипсу, в одном из
фокусов которого находится
Солнце**

Эллипс



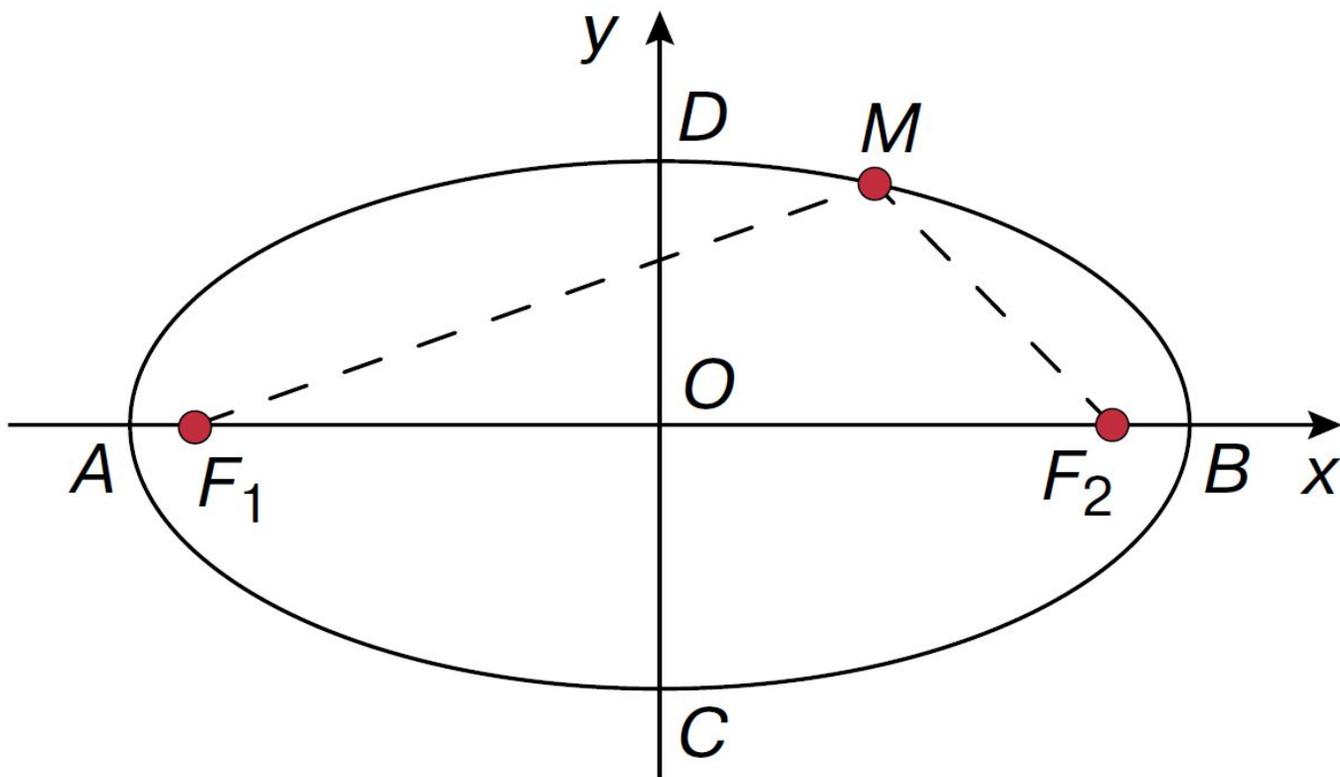
Эллипс — плоская замкнутая кривая, у которой неизменна сумма расстояний от любой её точки (M) до двух особых внутренних точек, называемых **фокусами** (F_1 и F_2).

Отрезок прямой, соединяющий наиболее удалённые друг от друга точки эллипса (A и B), называется его **большой осью**.

Перпендикулярный отрезок CD называется **малой осью**.

OA , OB — **большие полуоси**;
 OD , OC — **малые полуоси**.

Эллипс

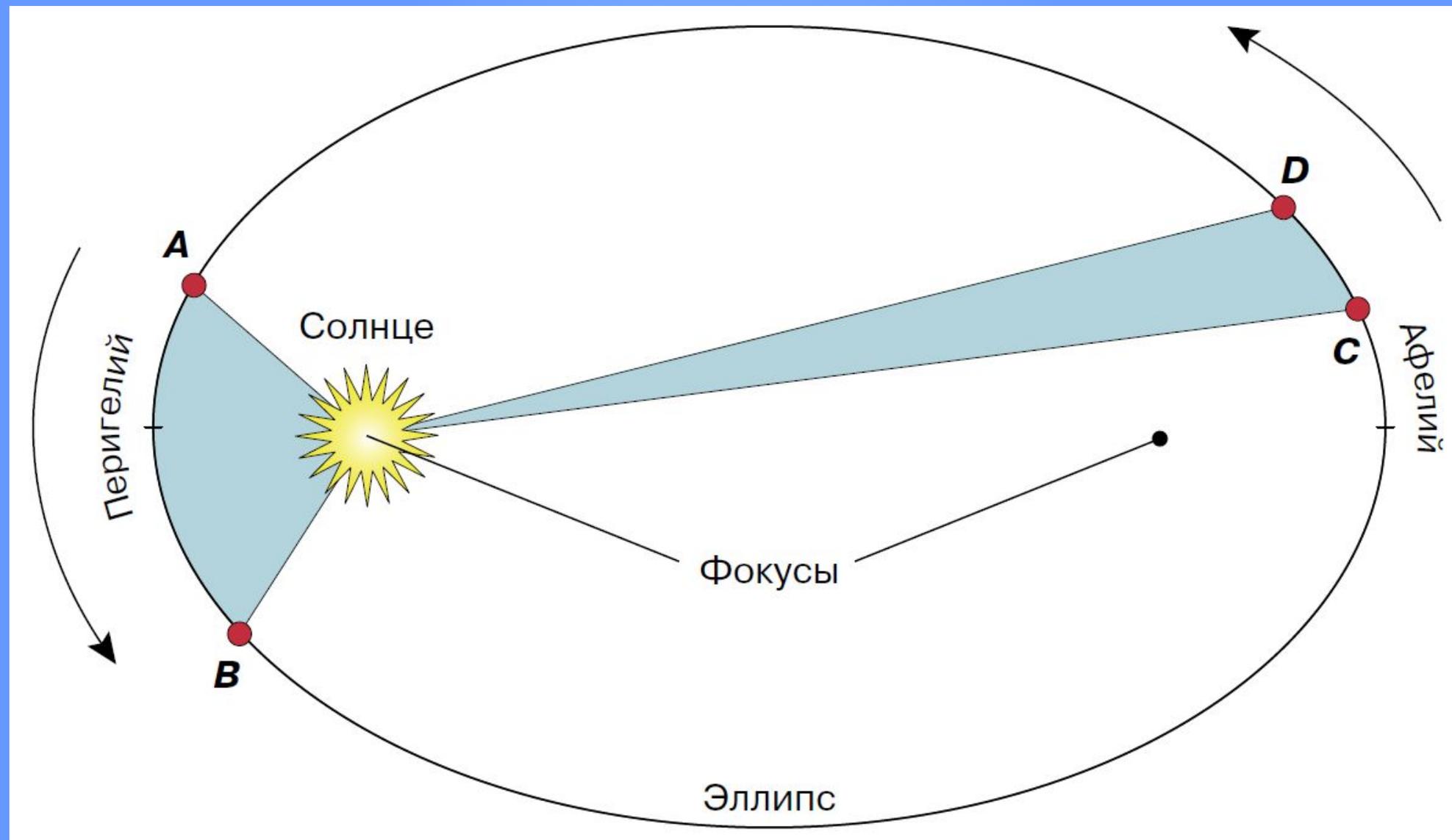


Расстояние $c = \frac{|F_1 F_2|}{2}$ называется **фокальным расстоянием**.

Величина $e = \frac{c}{OB}$ называется **эксцентриситетом** эллипса и характеризует его «сжатость».

Чем эксцентриситет меньше, тем ближе эллипс к окружности, и наоборот.

Законы Иоганна



Задача №3

Минимальное расстояние от Солнца до кометы равно 0.8 а.е., а максимальное – 8.2 а.е. Чему равна большая полуось орбиты кометы и ее эксцентриситет?

Задача №3

$$П = 0.8 \text{ а.е.}$$

$$А = 8.2 \text{ а.е.}$$

$$OB = ?$$

$$e = ?$$

$$OB = \frac{0.8 + 8.2}{2} = 4.5 \text{ а.е.}$$

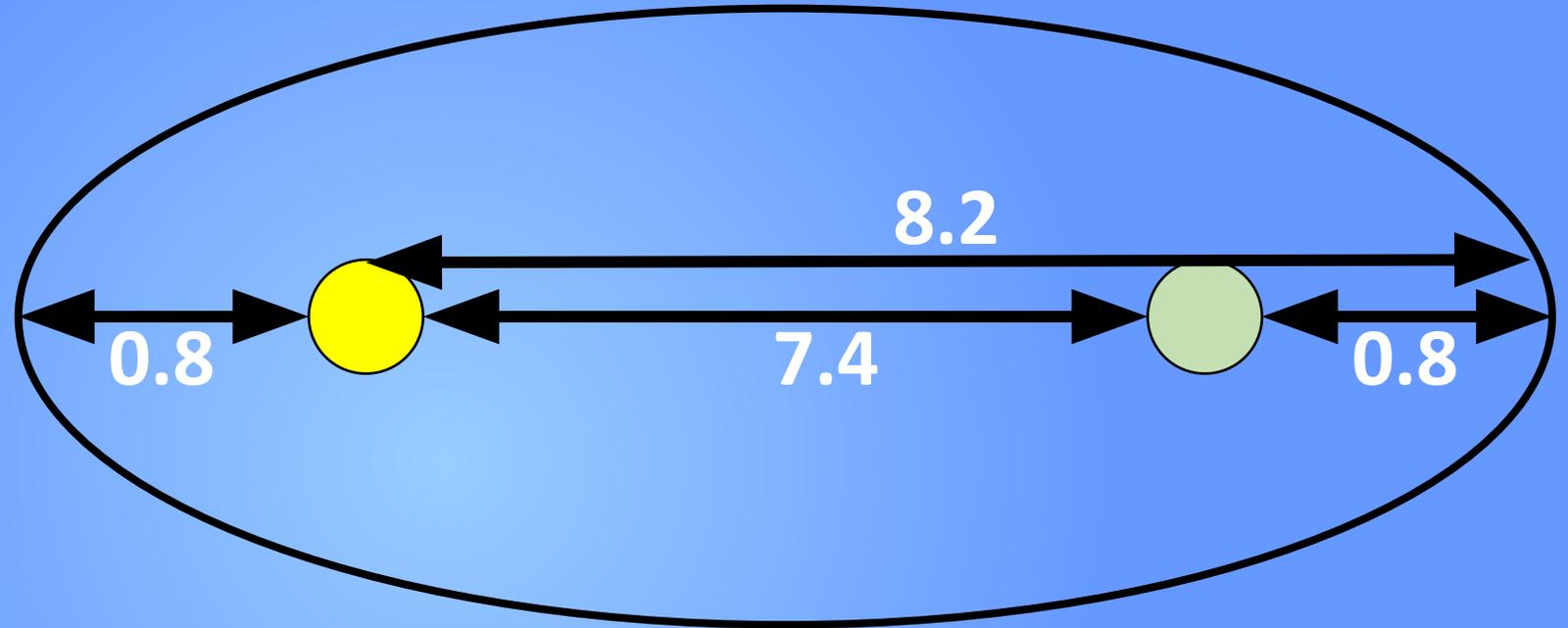
Задача №3

$$П = 0.8 \text{ а.е.}$$

$$A = 8.2 \text{ а.е.}$$

$$OB = 4.5 \text{ а.е.}$$

$$e = ?$$



$$e = \frac{c}{OB} \quad c = \frac{|F_1 F_2|}{2} = \frac{7.4}{2} = 3.7 \text{ а.е.}$$

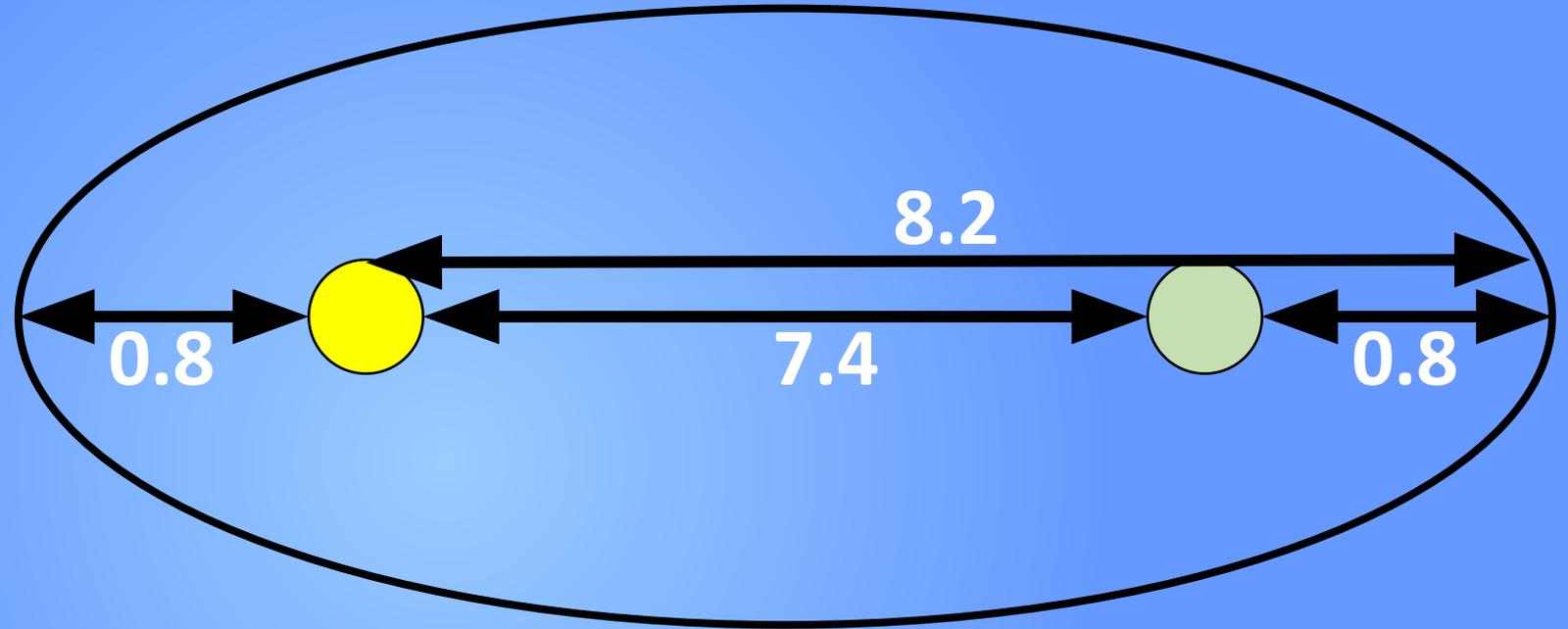
Задача №3

$$П = 0.8 \text{ а.е.}$$

$$A = 8.2 \text{ а.е.}$$

$$OB = 4.5 \text{ а.е.}$$

$$e = ?$$



$$e = \frac{c}{OB} \quad e = \frac{3.7}{4.5} = 0.82$$

Законы Иоганна

**Кеплера
Закон №2**

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

Законы Иоганна

**Кеплера
Закон №3**

**Квадраты звездных
периодов обращения планет
относятся между собой так,
как кубы больших полуосей
их орбит**

Законы Иоганна

Закон №3

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

где T_1 и T_2 – звездные периоды двух планет;

a_1 и a_2 – большие полуоси их орбит

Задача №4

Противостояние некоторой внешней планеты Солнечной системы повторяется каждые 1.035 лет. Определите название планеты на основании размера ее большой полуоси.

Задача №4

$$S = 1.035 \text{ лет}$$

$$T_1 = 1 \text{ год}$$

$$a_1 = 1 \text{ а.е}$$

$$a_2 = ?$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{1}{S}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{T_2} = \frac{S - T_1}{T_1 \cdot S}$$

Задача №4

$$S = 1.035 \text{ лет}$$

$$T_1 = 1 \text{ год}$$

$$a_1 = 1 \text{ а. е}$$

$$a_2 = ?$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot S}{S - T_1} = \frac{1 \cdot 1.035}{1.035 - 1}$$

$$\Rightarrow T_2 = 29.571 \text{ лет}$$

Задача №4

$$S = 1.035 \text{ лет} \quad T_1^2 = a_1^3 \Rightarrow a_2^3 = \frac{T_2^2 \cdot a_1^3}{T_1^2}$$
$$T_1 = 1 \text{ год} \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$
$$a_1 = 1 \text{ а. е.}$$

$$T_2 = 29.571 \text{ лет}$$

$$a_2 = ?$$

$$\Rightarrow a_2 = \sqrt[3]{\frac{29.571^2 \cdot 1^3}{1^2}} = 9.5 \text{ а. е.}$$

Задача №4

Название	Большая полуось (а. е.)
Меркурий	0.38709830982
Венера	0.72332981996
Земля	1.00000101778
Марс	1.52367934191
Юпитер	5.20260319132
Сатурн	9.55490959574
Уран	19.21844606178
Нептун	30.11038686942
Плутон	39.5181761979

Ответ: Сатурн

Задача №5

Юпитер удален от Солнца примерно в 5 раз больше, чем Земля. Чему равен его звездный период?

Задача №5

$$T_1 = 1 \text{ год}$$

$$a_1 = 1 \text{ а. е.}$$

$$a_2 = 5 \text{ а. е.}$$

$$T_2 = ?$$

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

$$\Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{1^2 \cdot 5^3}{1^2}} \approx 11 \text{ лет}$$