Сутки и время: период вращения планет Солнечной системы

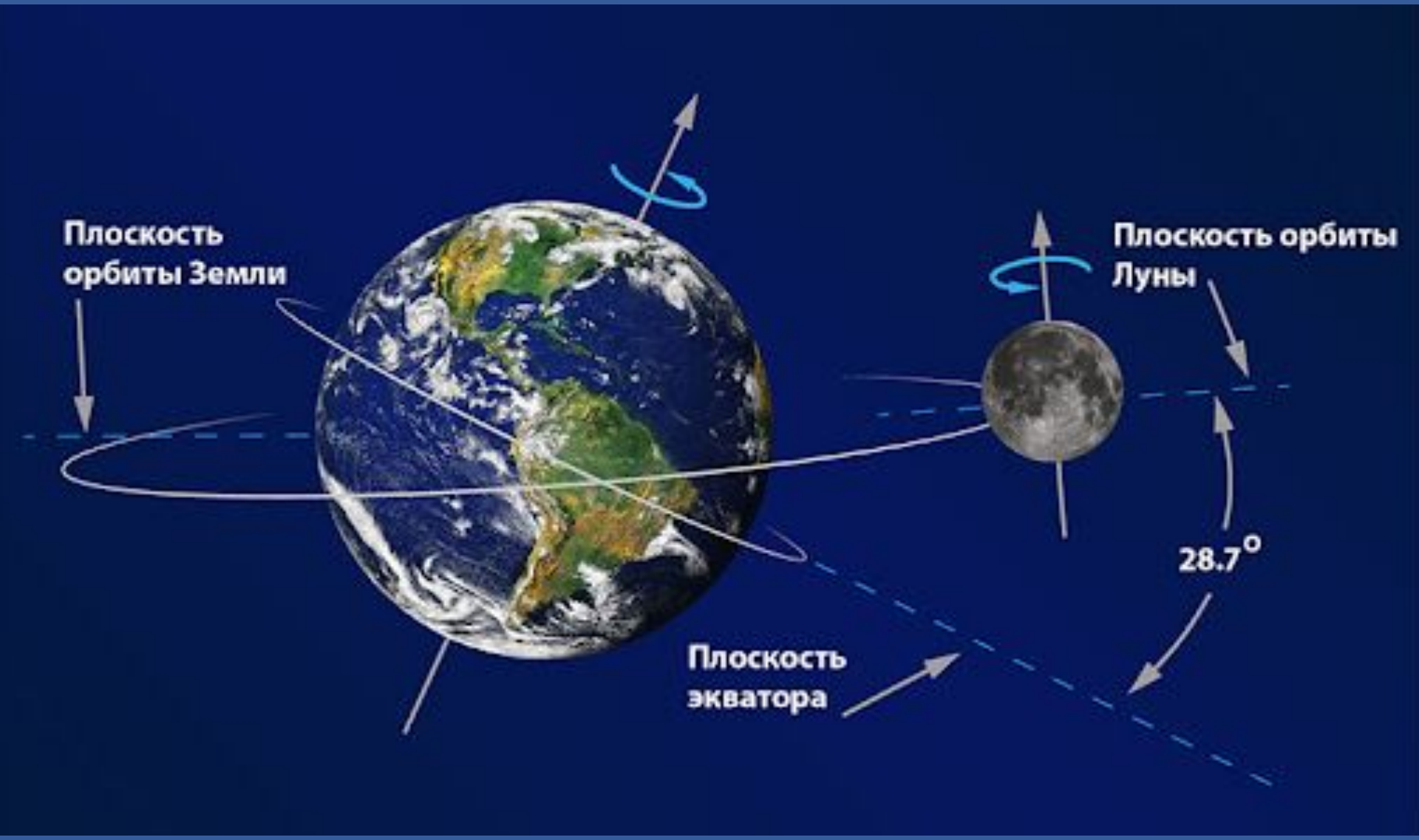
Чеснокова Елена Анатольевна,
преподаватель математики и астрономии.
Одинцовский филиал ОЧУ ВО
«Международный юридический институт»

Великолепная видео-визуализация, демонстрирующая наклон орбиты и период вращения планет Солнечной системы вокруг своей оси

Все знают, что в сутках 24 часа. На самом деле, **сутки** — это условная единица измерения времени, которая приблизительно равна периоду оборота Земли вокруг своей оси. Для более точного понимания “суток” необходимо говорить о периоде вращения, который характерен не только для Земли, но может быть применен для любого космического объекта.

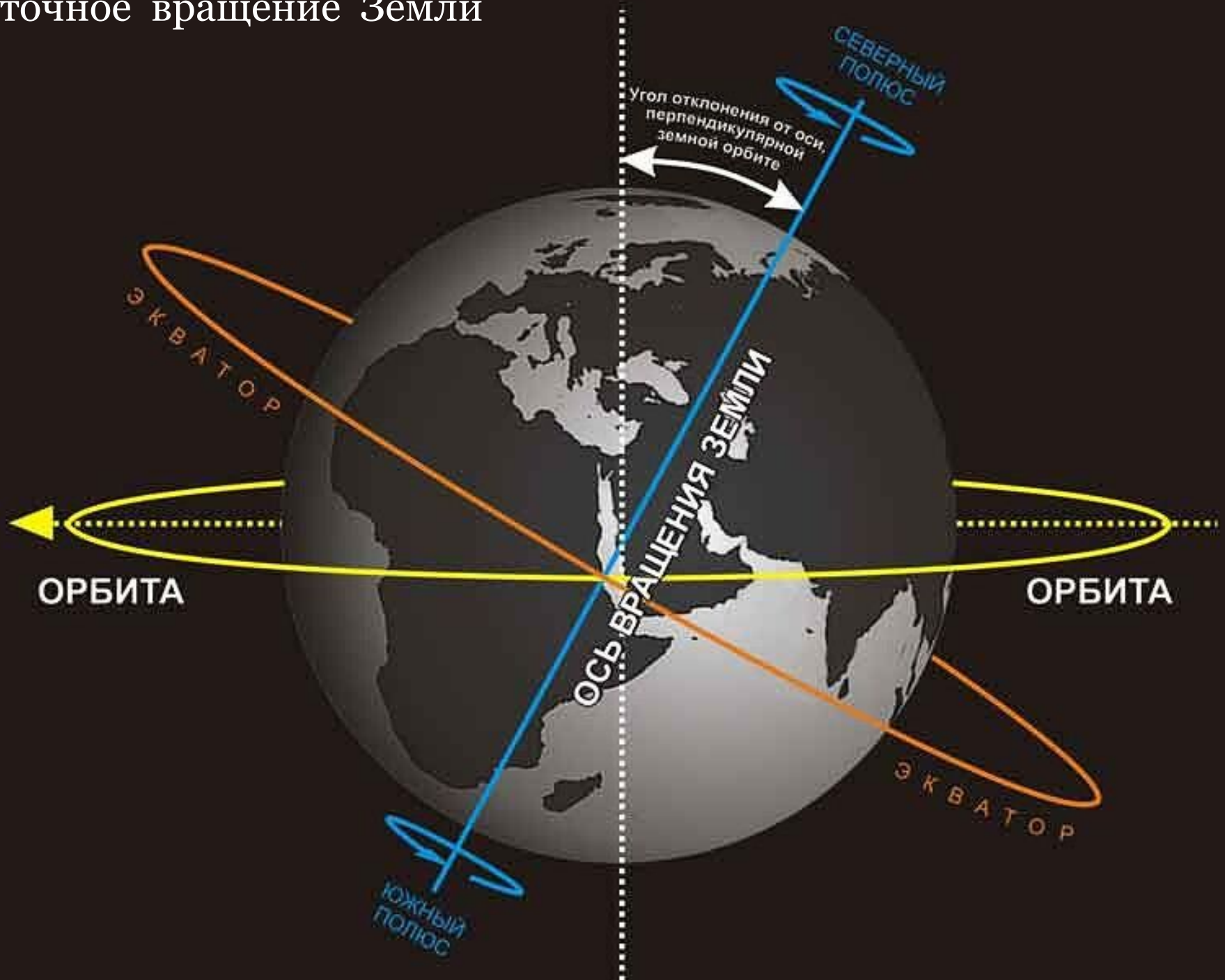
Период вращения — это время, которое требуется космическому объекту для совершения полного оборота вокруг своей оси относительно удаленных звезд.

Система Земля - Луна



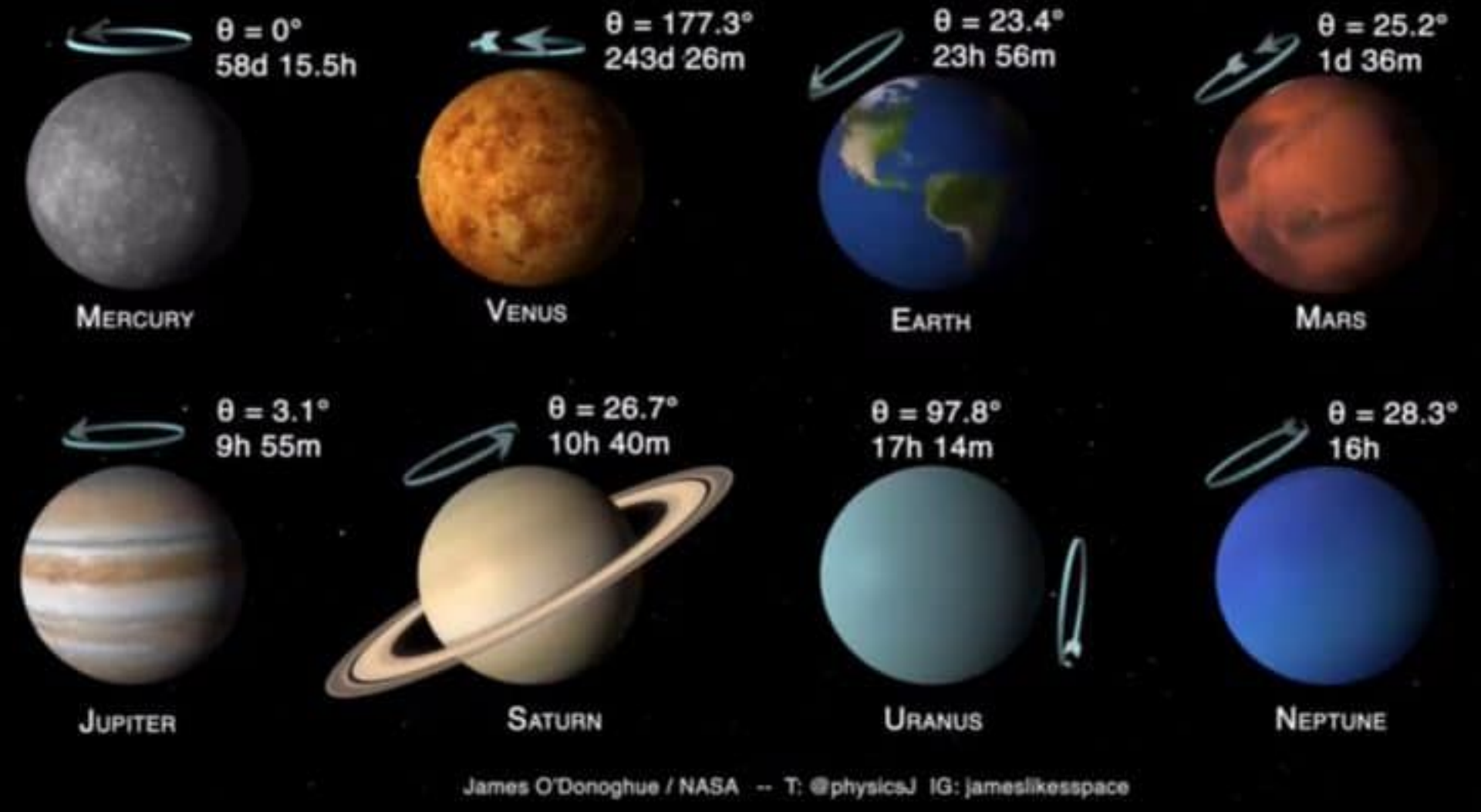
Осевое вращение Земли

Суточное вращение Земли



Период вращения Земли равен 0,99726968 дней или 23 часа 56 минут 4,0910 секунды. Иными словами, суточное вращение Земли вокруг своей оси с периодом в одни звездные сутки совершается примерно за 24 часа.

Каждая планета Солнечной системы имеет свой собственный период вращения вокруг своей оси, из-за чего сутки на этих планетах могут очень сильно отличаться по своей продолжительности от земных.

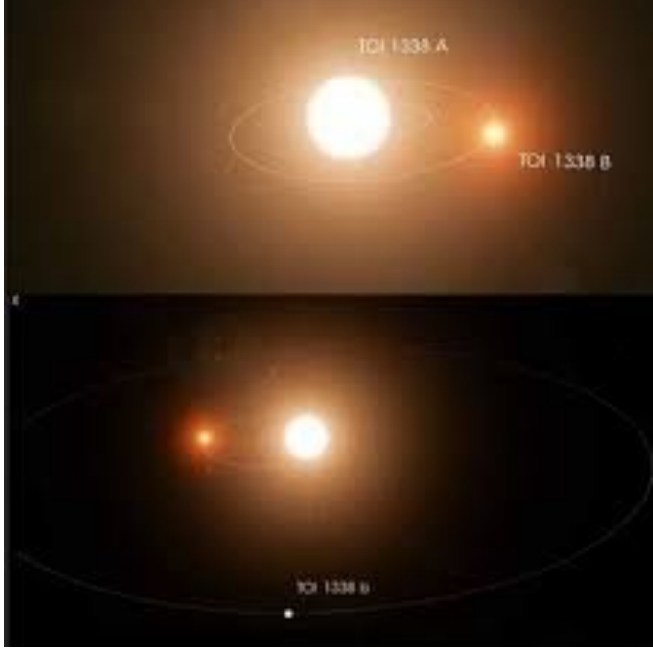


Так, например, полный оборот вокруг своей оси Юпитер совершает за 9 часов 55 мин, а Венера — за 243 земных дня и 26 мин.

Эта визуализация великолепно демонстрирует наклон орбиты и суточное вращение восьми крупнейших планет Солнечной системы.

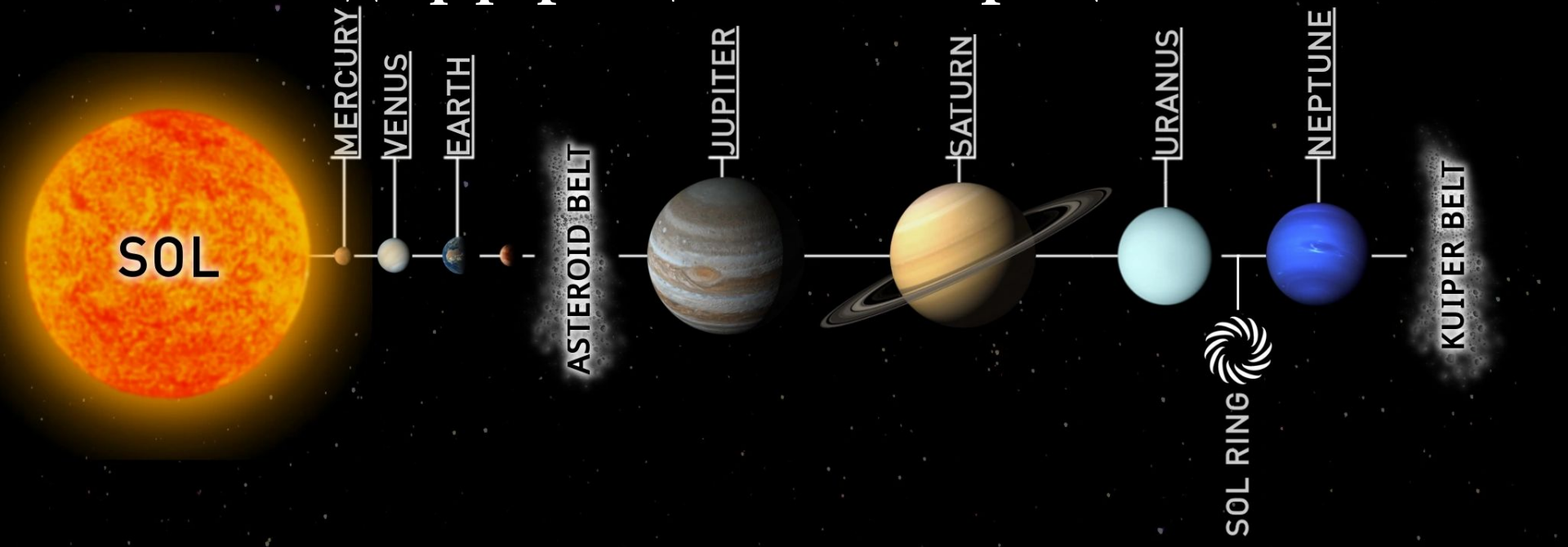
Вот условный рейтинг планет по периоду вращения вокруг своей оси — т.е. по продолжительности средних звездных суток (в минутах, часах и/или земных днях):

1. Юпитер — 9 часов 55 мин
2. Сатурн — 10 часов 40 мин
3. Нептун — 16 часов
4. Уран — 17 часов 14 мин
5. Земля — 23 часа 56 мин
6. Марс — 24 часа (1 день) 36 мин
7. Меркурий — 58 дней 15 часов 30 мин
8. Венера — 243 дня 26 мин

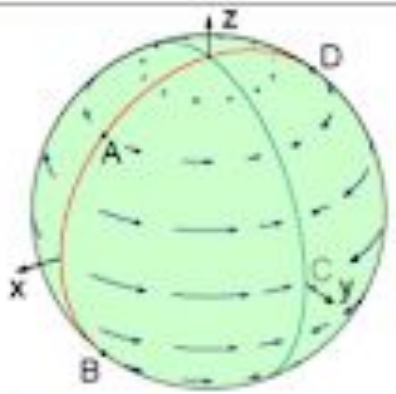
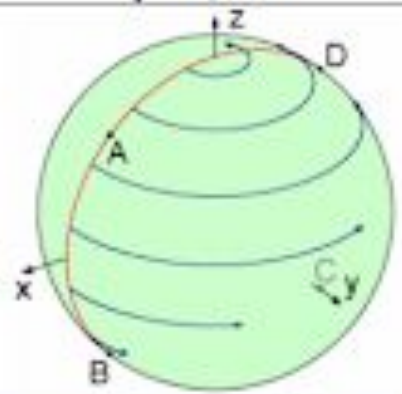
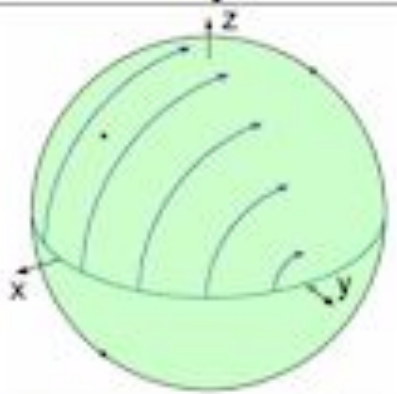
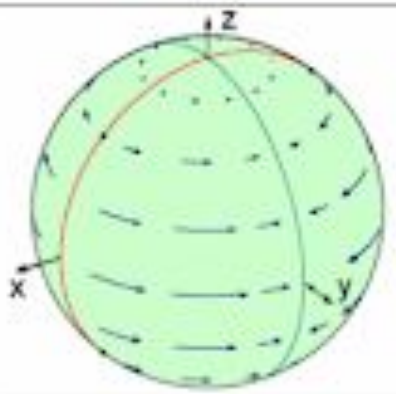
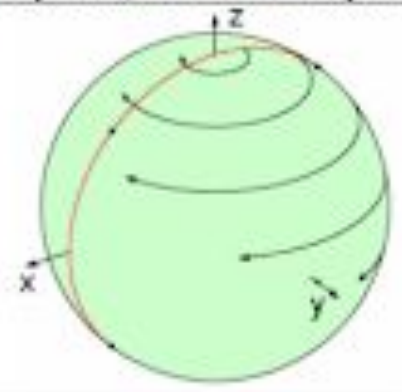
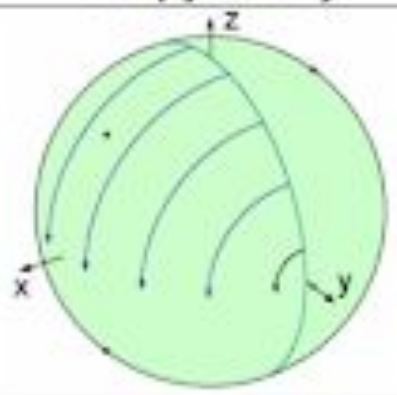


При этом, период вращения Солнца — 25 дней 9 часов 7 минут 11,6 секунд.

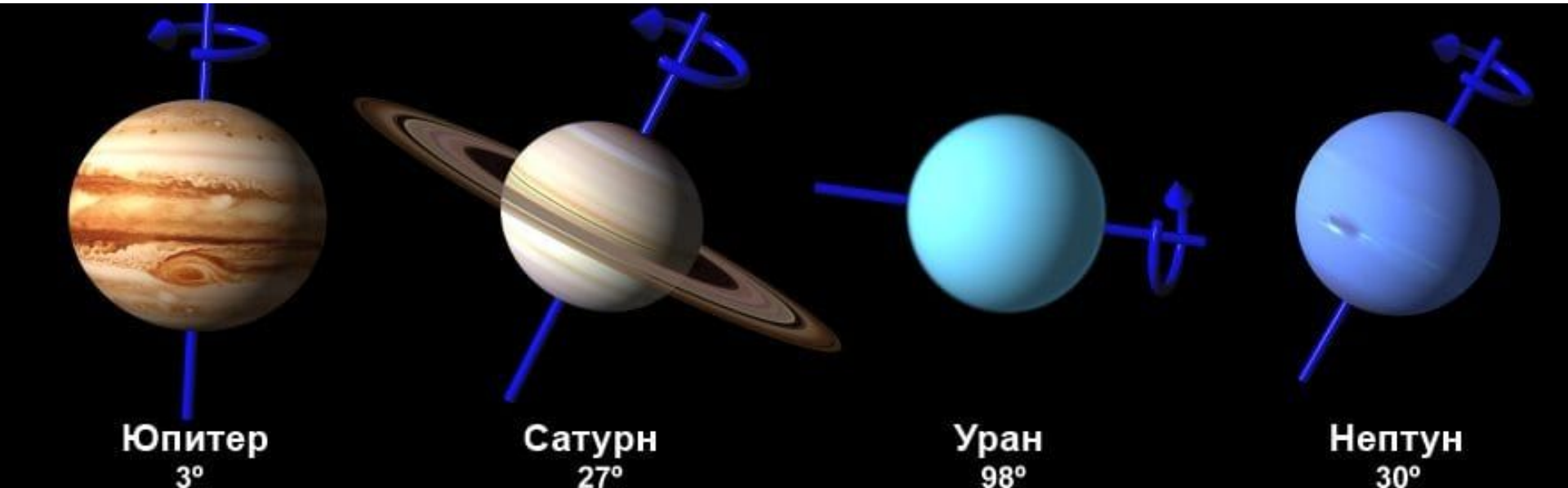
Следует сказать, что измерение периода вращения для разных космических объектов имеет свои особенности. Так, для твердотельных объектов, таких как каменистые планеты и астероиды, период вращения определяется только одним значением. Для газообразных / жидких космических тел, таких как звезды и газовые гиганты, период вращения варьируется от экватора объекта до его полюса из-за явления, называемого **дифференциальным вращением**.



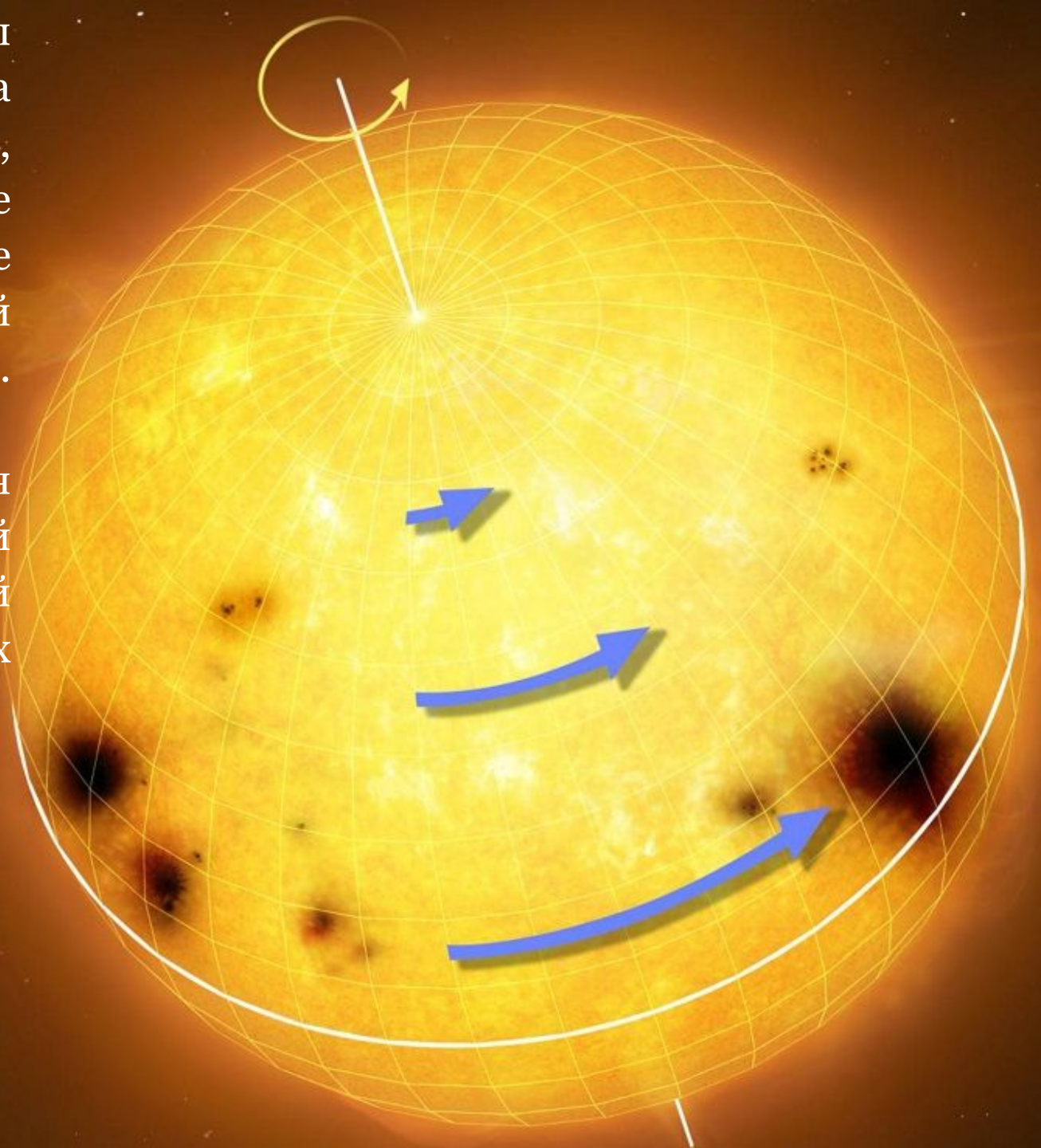
Геометрическая иллюстрация дифференциального вращения

(1) Сток по параллели	(2) Дифференциальное вращение	(3) Поворот на 90° вокруг оси y
		
$\begin{cases} \dot{a} = -i\varepsilon a \operatorname{Im}(a^* b)^2 \\ \dot{b} = i\varepsilon b \operatorname{Im}(a^* b)^2 \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{a} = -\frac{1}{4} i\pi(\sqrt{2} - 1 - 2\sqrt{2}\,\lvert a\rvert^2)a \\ \dot{b} = -\frac{1}{4} i\pi(\sqrt{2} + 1 - 2\sqrt{2}\,\lvert b\rvert^2)b \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{a} = \frac{1}{4}\pi b + \frac{1}{2}\mu(1 - \lvert a\rvert^2 - \lvert b\rvert^2)a \\ \dot{b} = -\frac{1}{4}\pi a + \frac{1}{2}\mu(1 - \lvert a\rvert^2 - \lvert b\rvert^2)b \end{cases}$
(4) Сток по параллели	**(5) Обратное дифференциальное вращение**	**(6) Обратный поворот на 90° вокруг оси y**
		
$\begin{cases} \dot{a} = -i\varepsilon a \operatorname{Im}(a^* b)^2 \\ \dot{b} = i\varepsilon b \operatorname{Im}(a^* b)^2 \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{a} = \frac{1}{4} i\pi(\sqrt{2} - 1 - 2\sqrt{2}\,\lvert a\rvert^2)a \\ \dot{b} = \frac{1}{4} i\pi(\sqrt{2} + 1 - 2\sqrt{2}\,\lvert b\rvert^2)b \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{a} = -\frac{1}{4}\pi b + \frac{1}{2}\mu(1 - \lvert a\rvert^2 - \lvert b\rvert^2)a \\ \dot{b} = \frac{1}{4}\pi a + \frac{1}{2}\mu(1 - \lvert a\rvert^2 - \lvert b\rvert^2)b \end{cases}$

Как правило, установленный период вращения газового гиганта (такого как Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) — это период его внутреннего вращения, который определяется по вращению магнитного поля планеты. Для объектов, которые не являются сферически симметричными, период вращения, как правило, не является фиксированным, даже при отсутствии гравитационных или приливных сил.



Солнцеподобные звезды вращаются в 2,5 раза быстрее на экваторе, чем на полюсах. Синие стрелки на рисунке представляют собой скорость вращения. Дифференциальное вращение считается существенной причиной для создания магнитной активности и звездных пятен



Это связано с тем, что, хотя ось вращения фиксирована в пространстве (путем сохранения момента импульса), она не обязательно фиксируется в теле самого объекта. В результате этого момент инерции при движении объекта вокруг оси вращения может изменяться, и, следовательно, может изменяться скорость его вращения (поскольку произведение момента инерции на скорость вращения равно угловому моменту, который является фиксированным).

Момент инерции

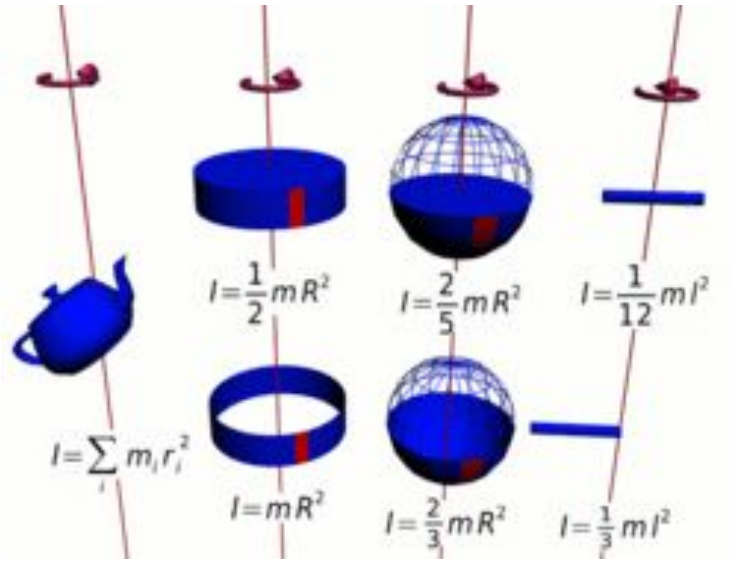
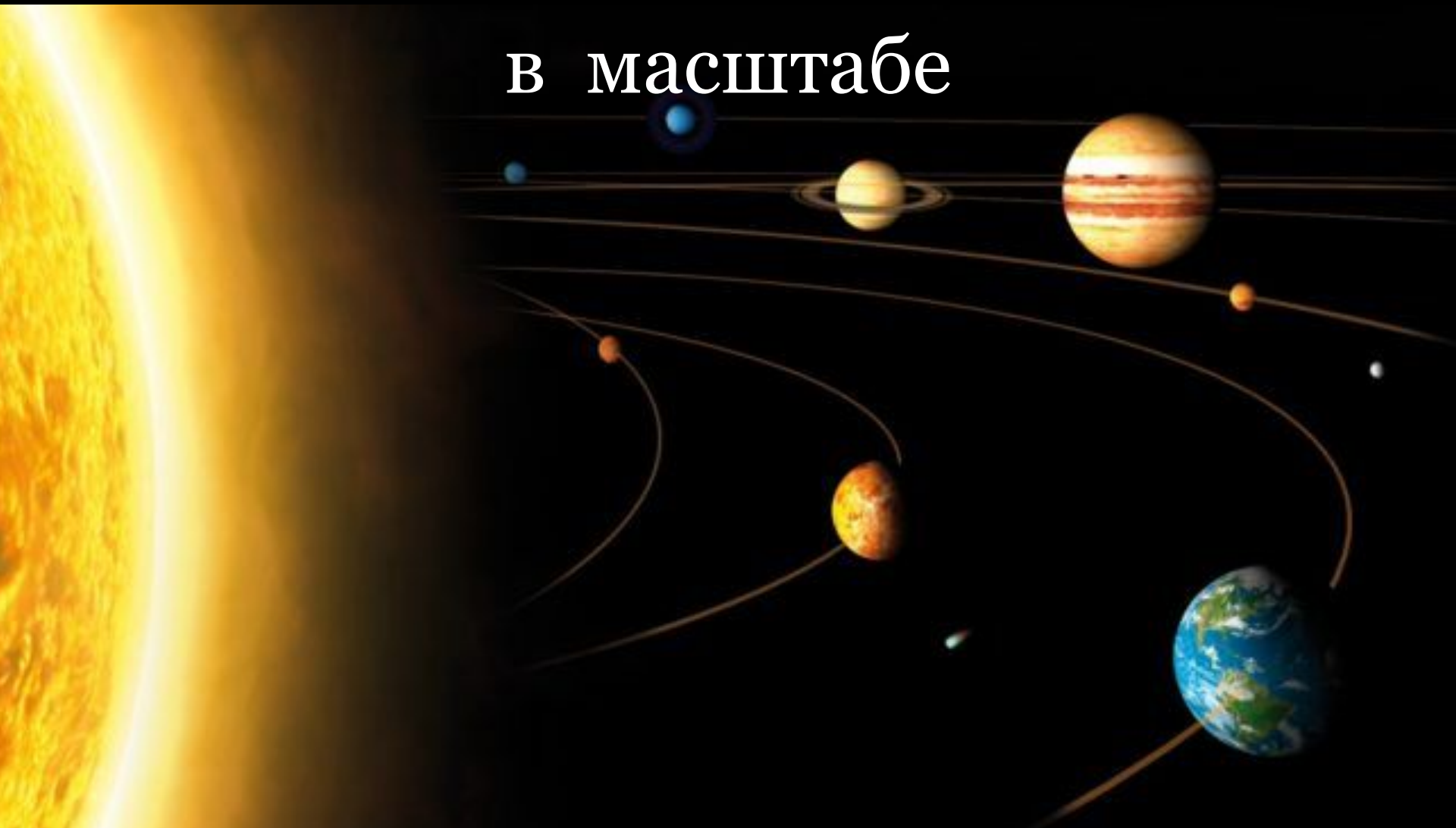


Схема движения планет Солнечной системы

Почему Венера и Уран вращаются в обратном направлении? Что касается Урана, считается, что планета в период формирования была поражена множеством космических тел размером примерно с Землю, что привело к уникальному повороту её оси и ретроградному вращению.

Реальные размеры Солнечной системы: лучшая визуализация в масштабе



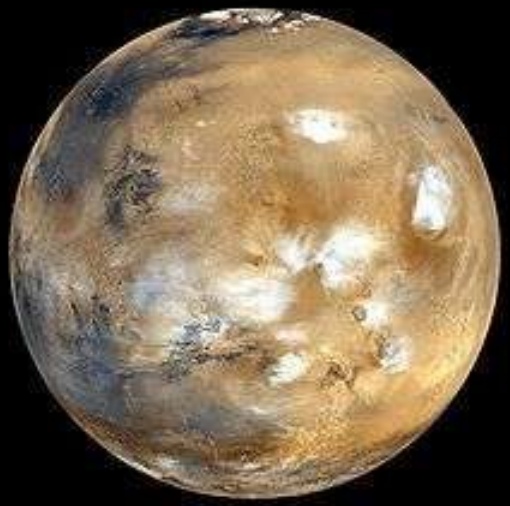
Чтобы представить реальные расстояния между Землей и Луной, Землёй и Марсом, Землёй и Солнцем или между другими объектами Солнечной системы, никогда не пользуйтесь картинками из астрономических учебников или научно-популярных изданий. Просто они вам ничего не дадут: объекты либо не поместятся в область обозрения, либо их размеры будут существенно искажены из-за некорректного масштаба. Реальные размеры Солнечной системы предстанут в совершенно ином свете, если все объекты в масштабной модели будут взяты в корректной пропорции.

Земля и Луна

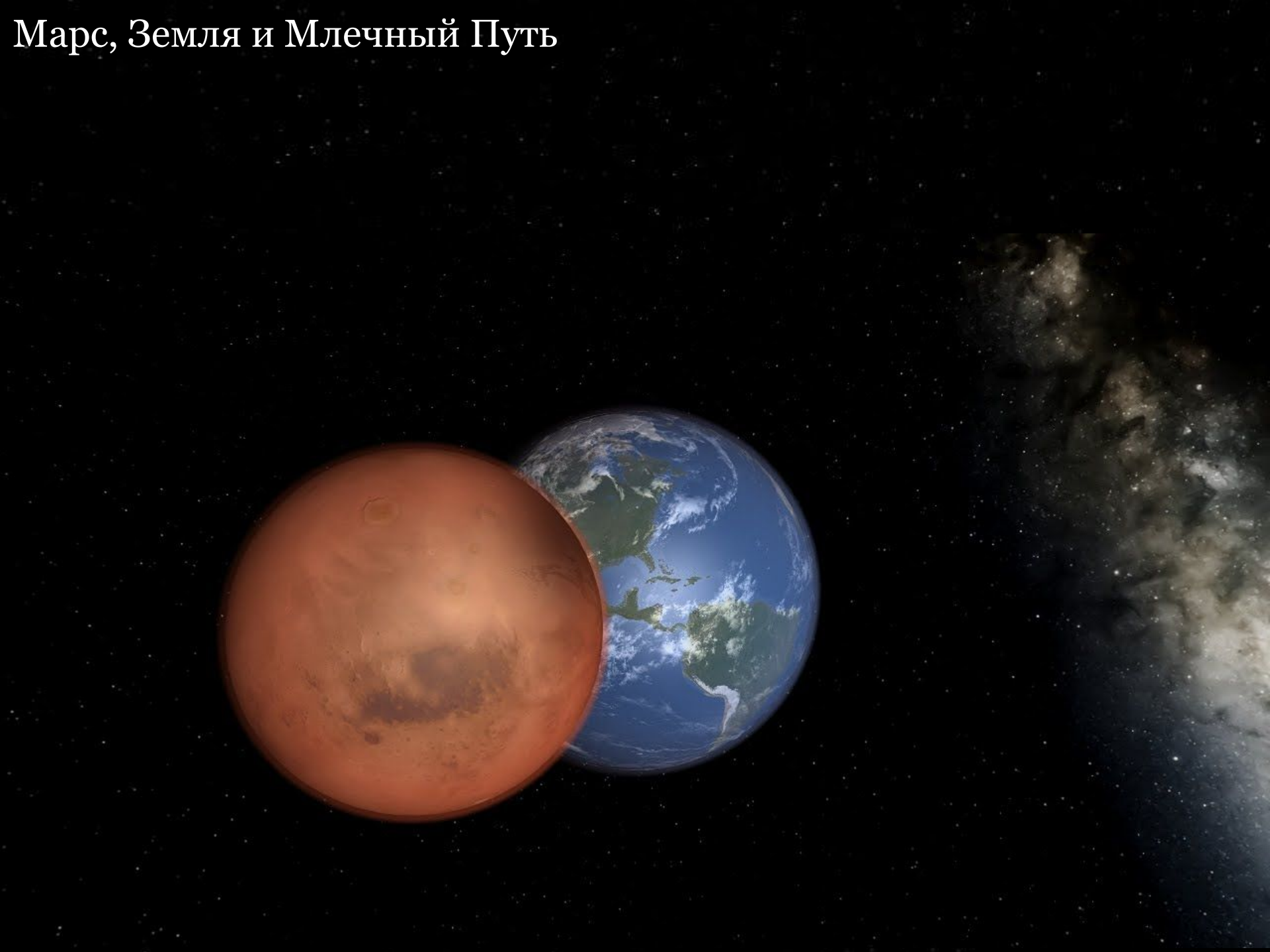
Орбита Луны относительно плоскости вращения Земли

Орбита
363000 км
405000 км
Луна
Перигей
Земля
Апогей

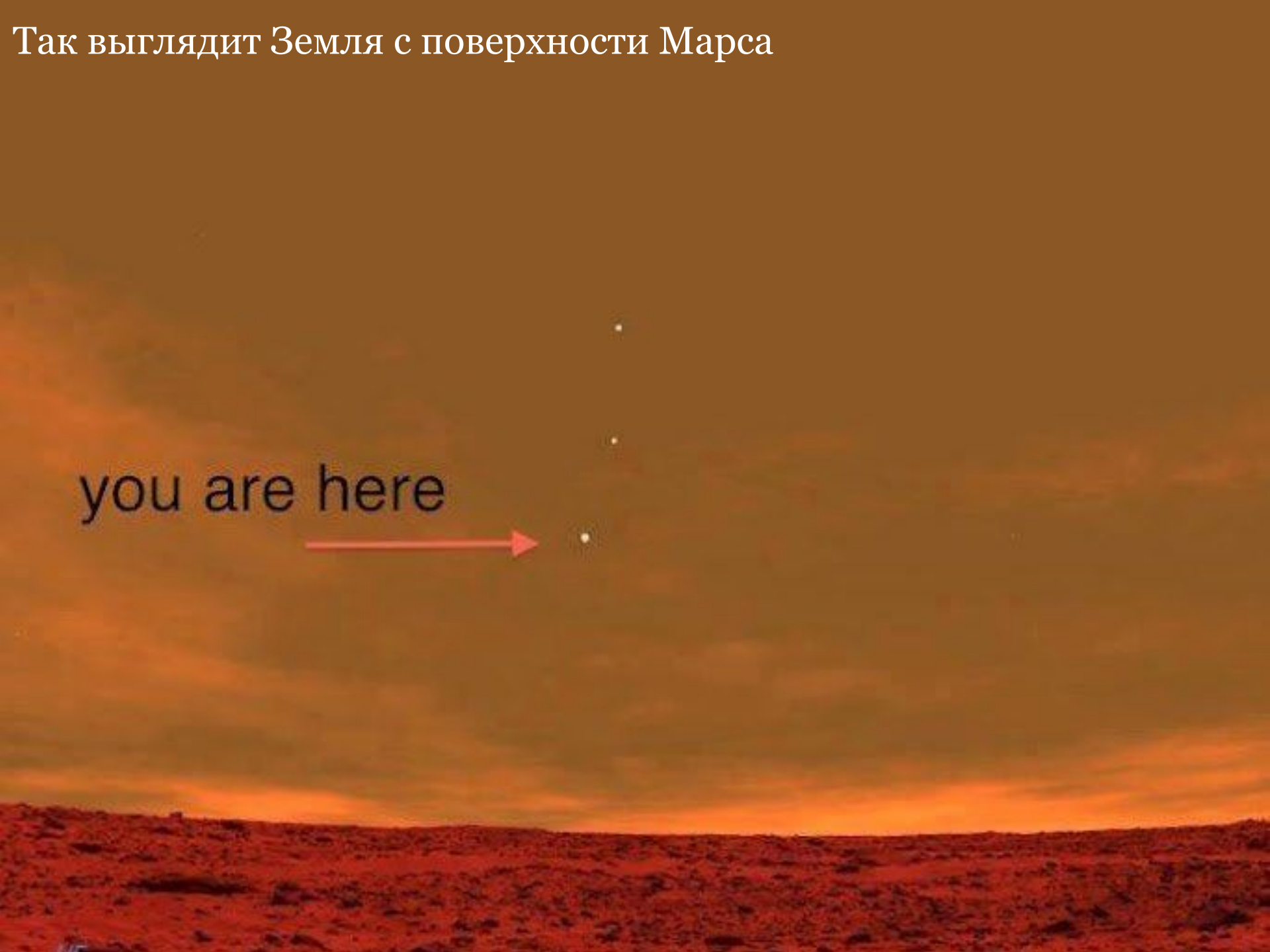
Земля и Марс



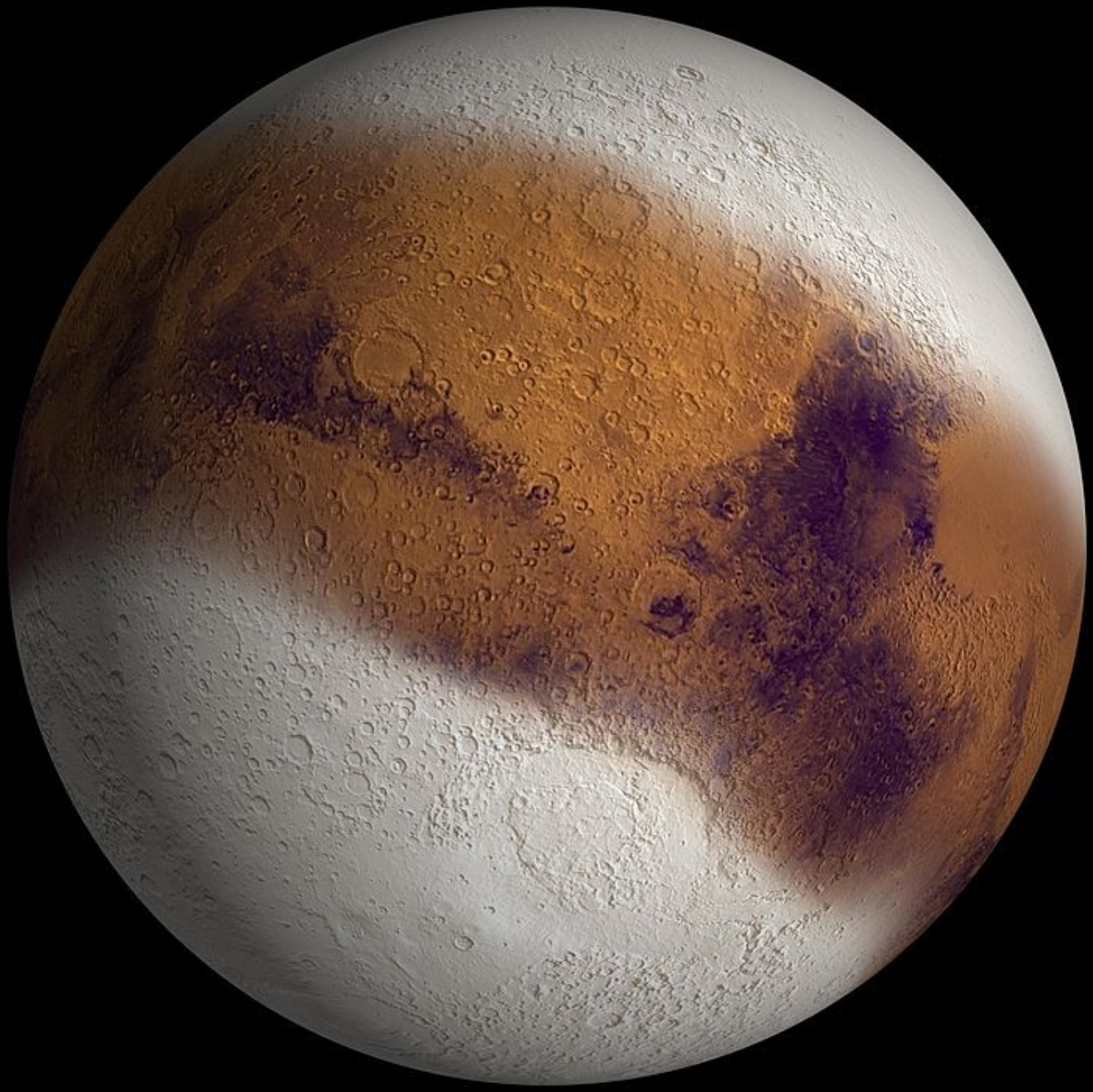
Марс, Земля и Млечный Путь



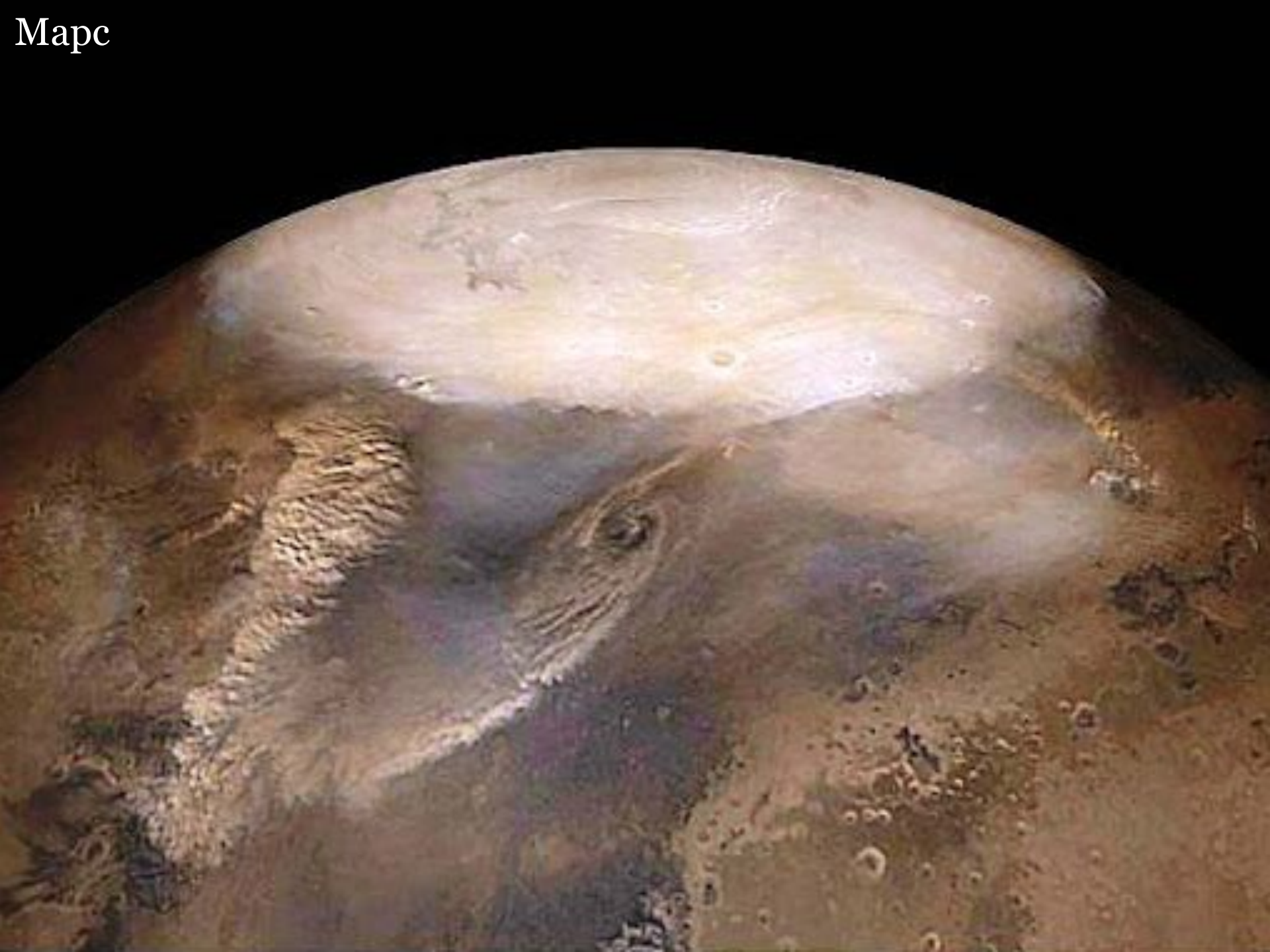
Так выглядит Земля с поверхности Марса



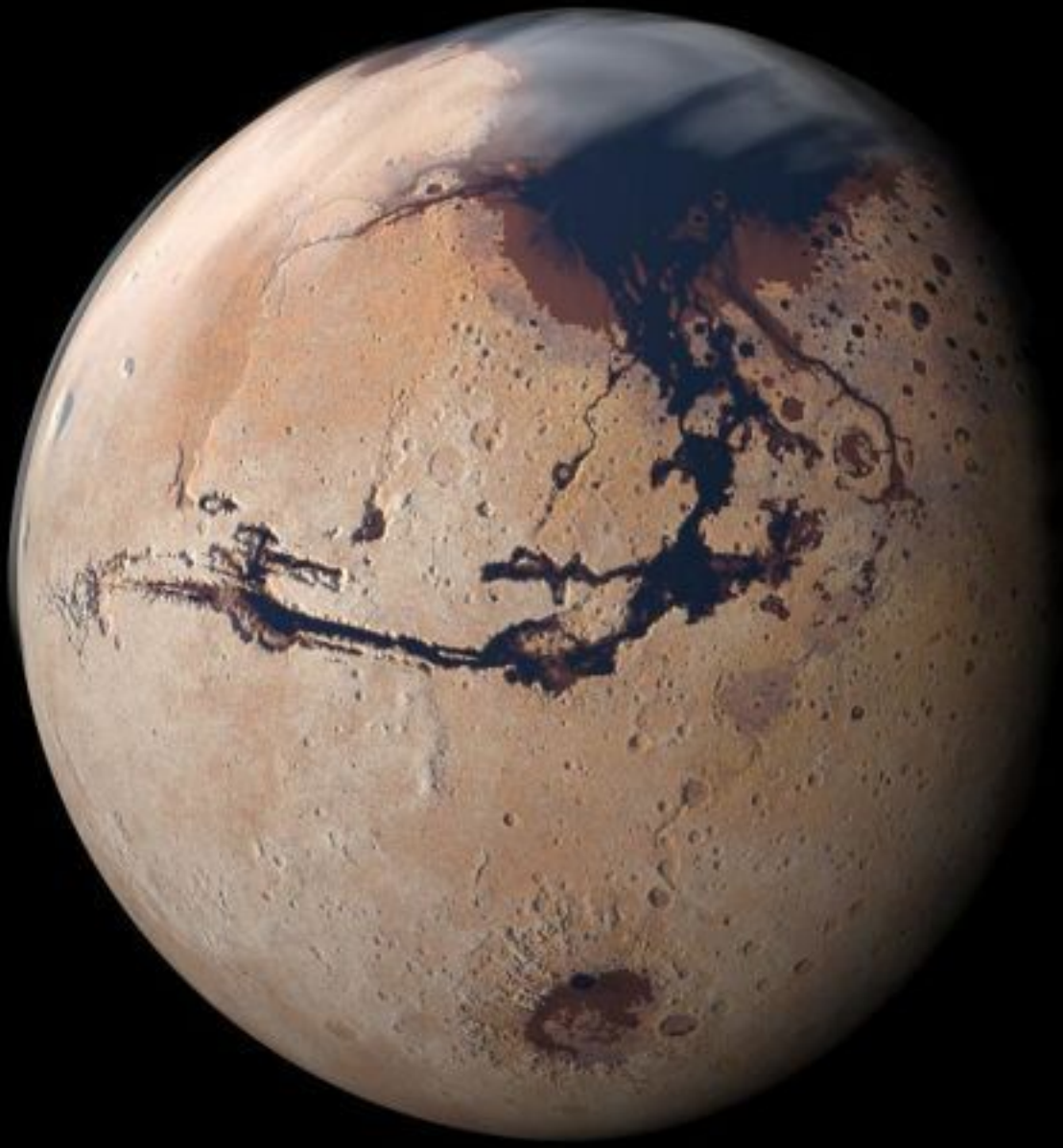
Марс



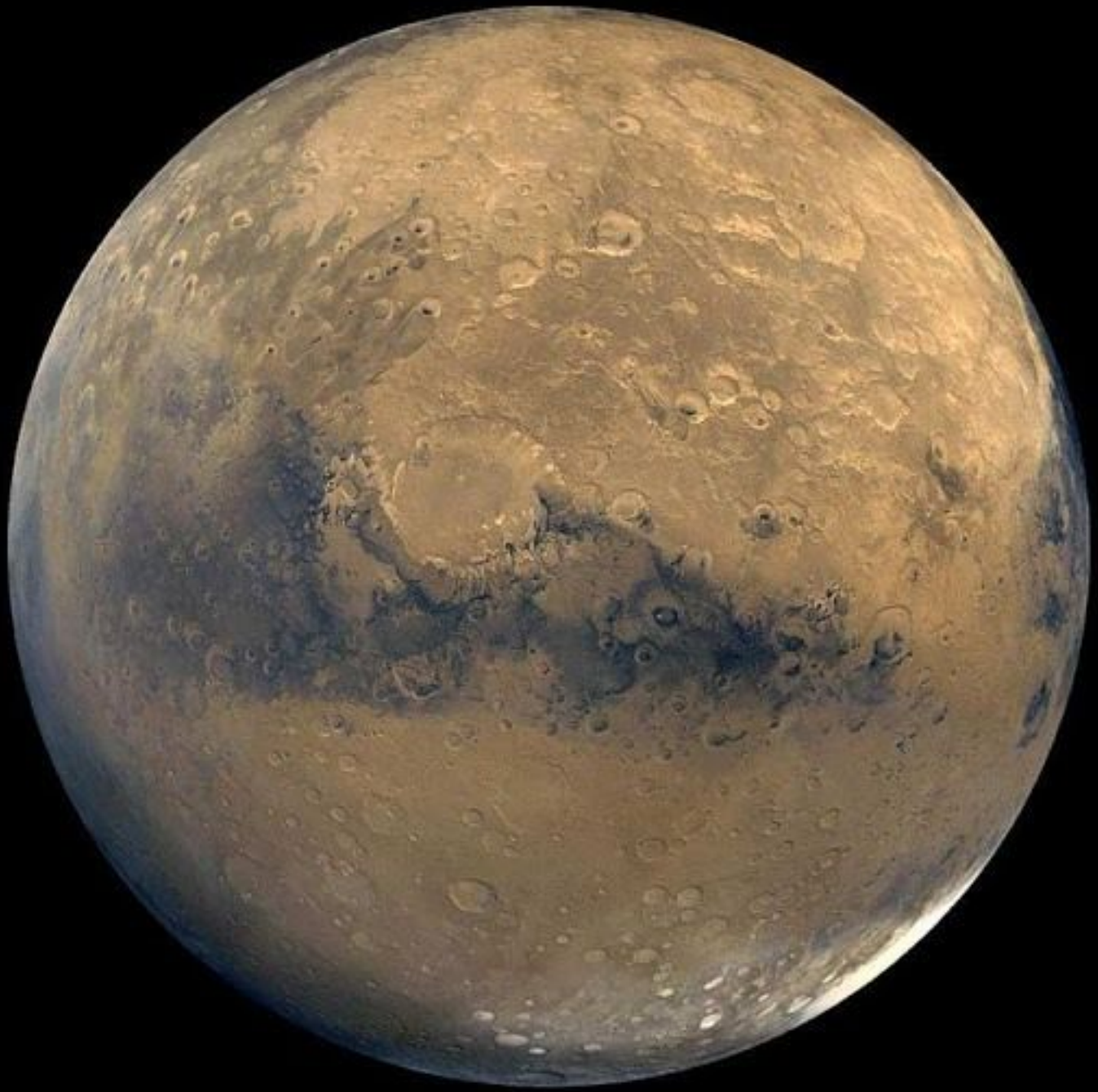
Mapc



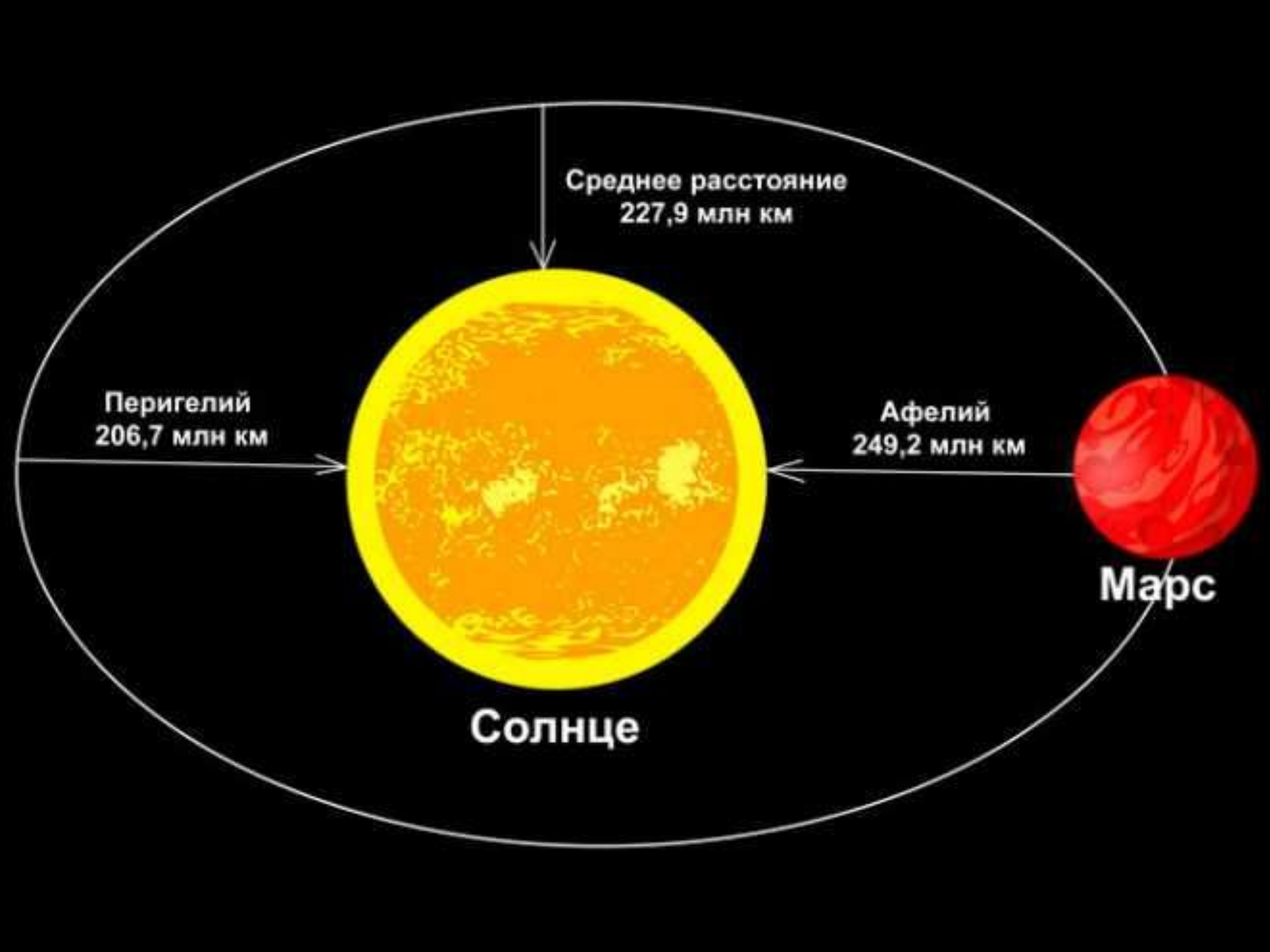
Марс

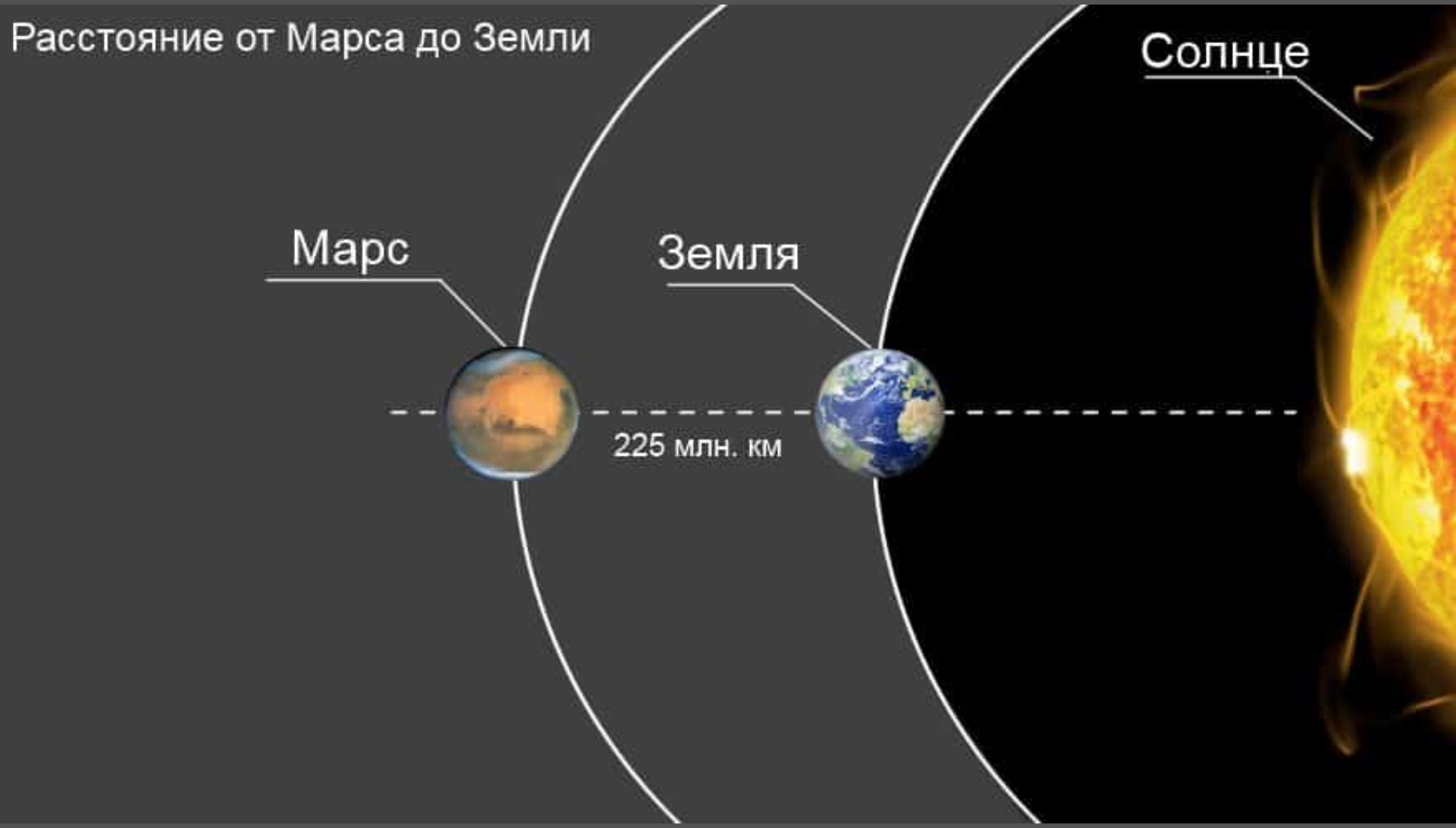


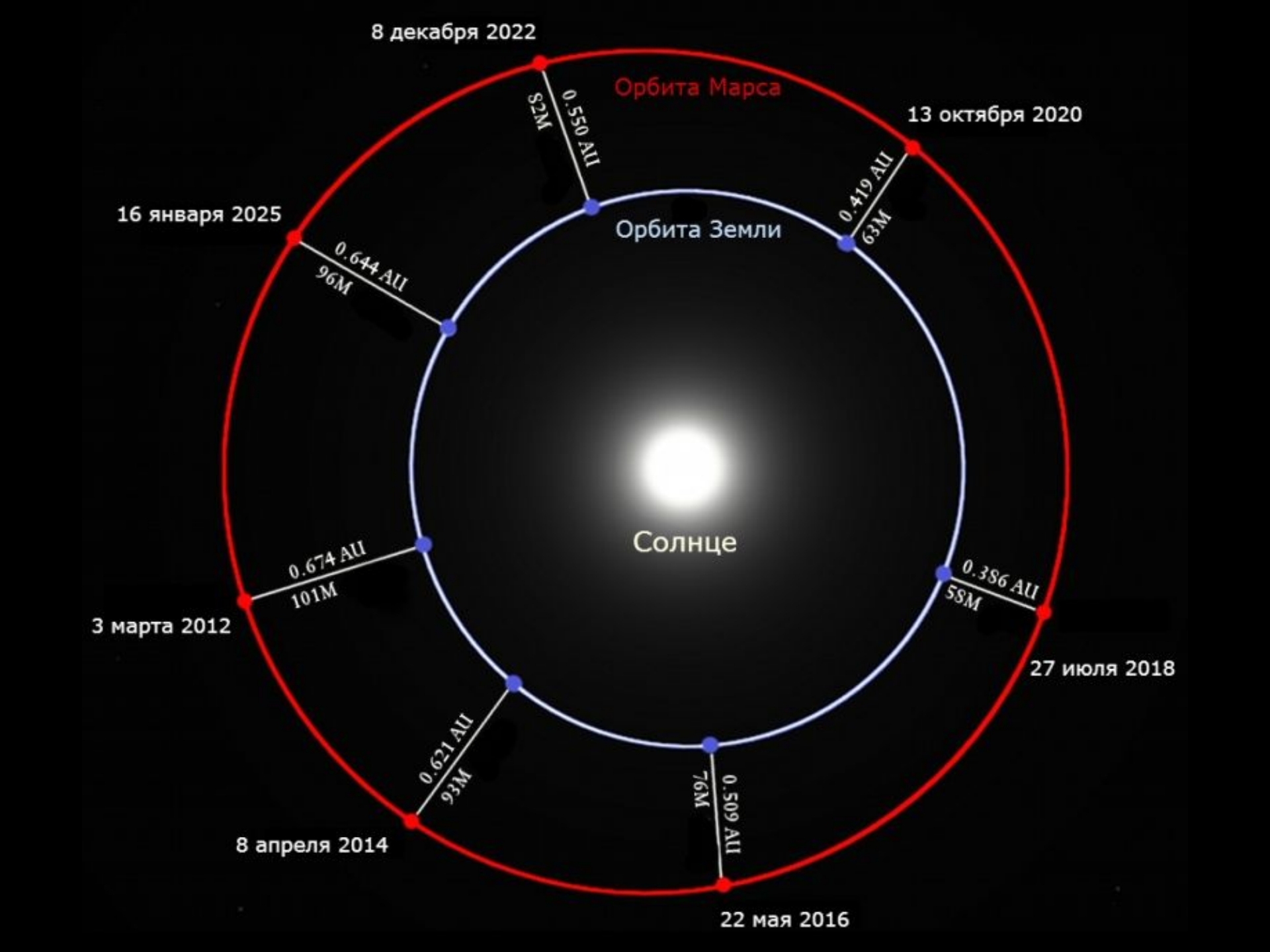
Марс



Марс

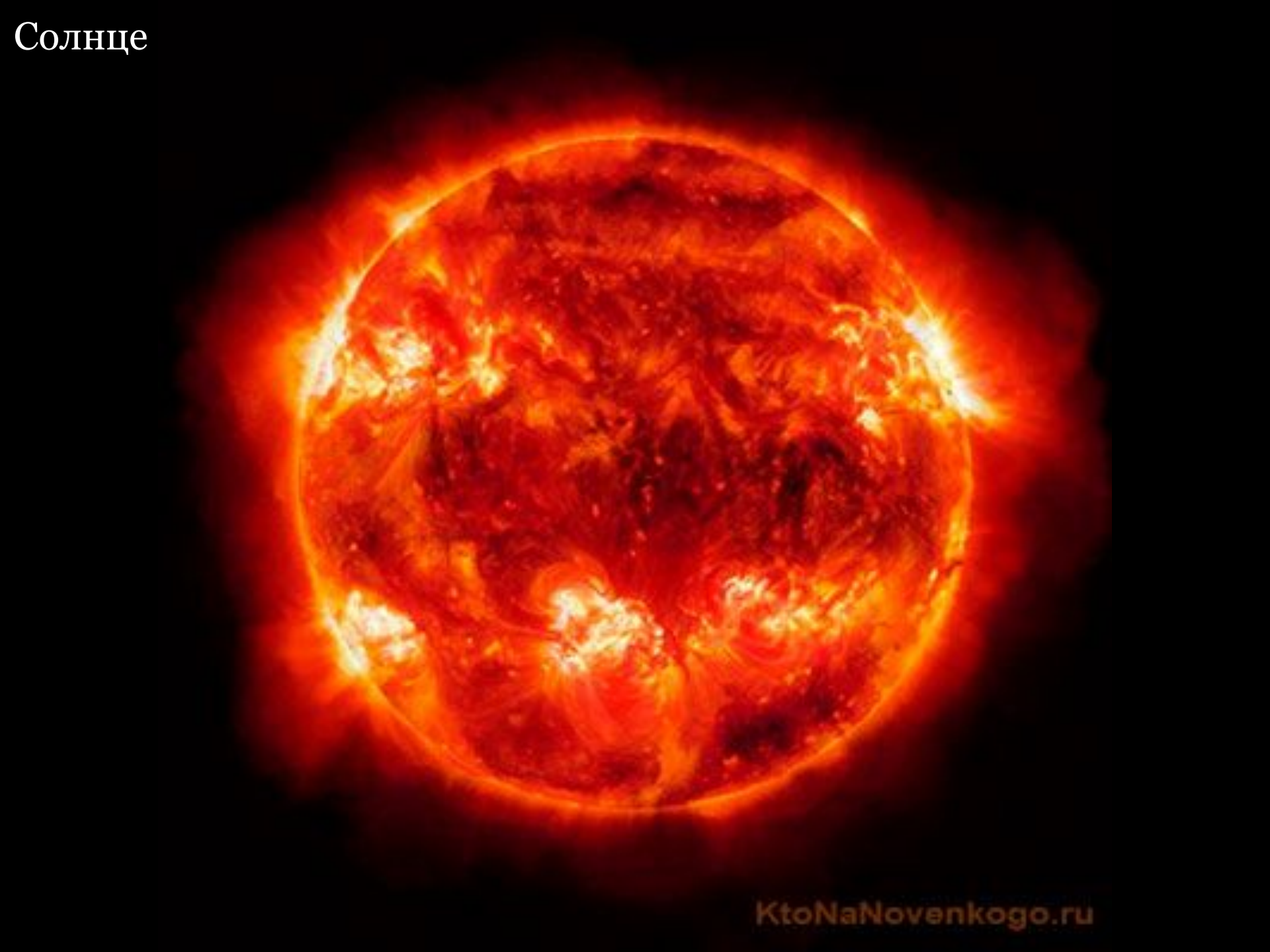

Среднее расстояние
227,9 млн км
Перигелий
206,7 млн км
Афелий
249,2 млн км
Марс
Солнце


Расстояние от Марса до Земли
Солнце
Марс
Земля
225 млн. км

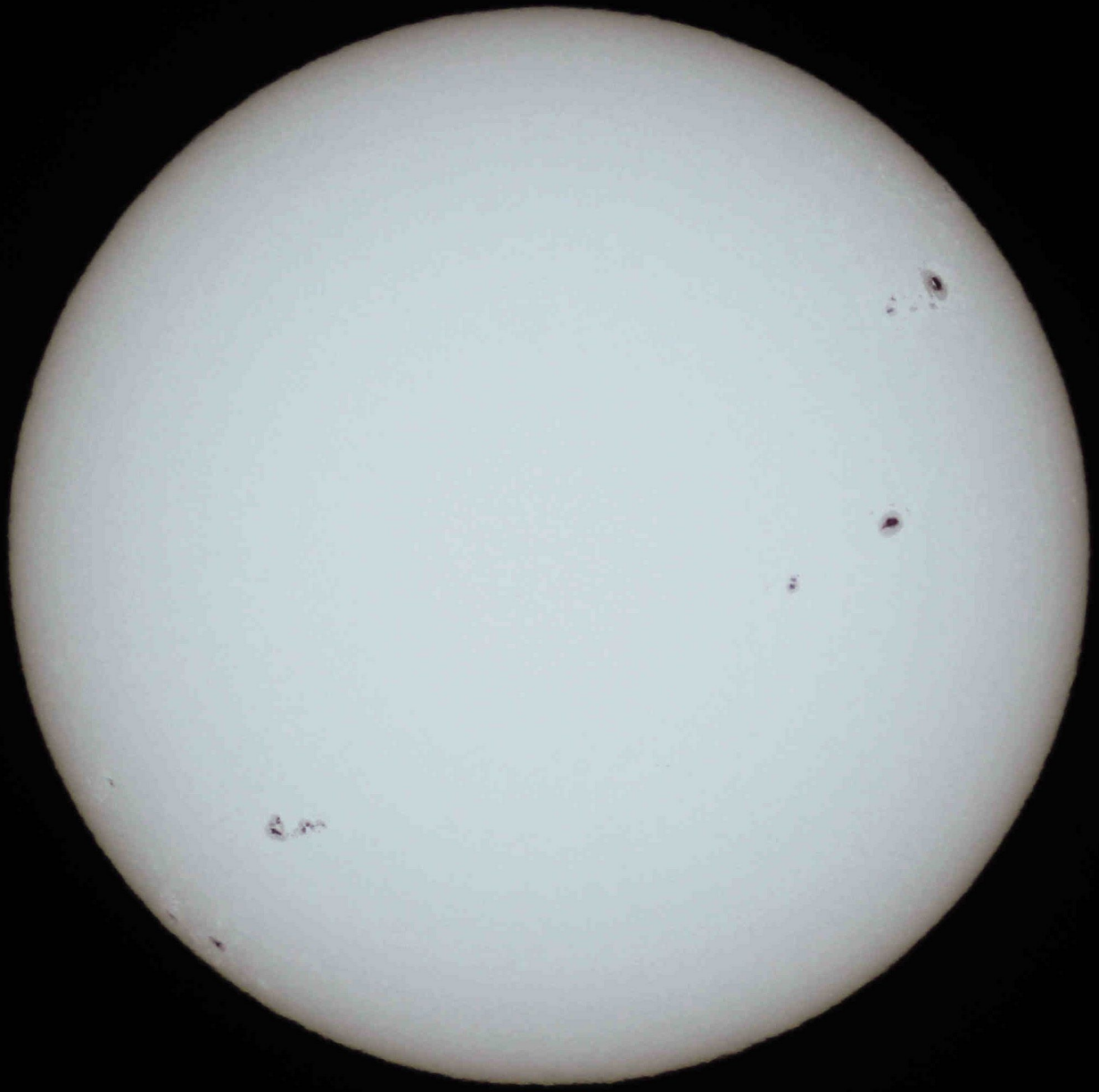

8 декабря 2022
Орбита Марса
13 октября 2020
16 января 2025
Орбита Земли
Солнце
3 марта 2012
27 июля 2018
8 апреля 2014
22 мая 2016
0.550 AU
52M
0.419 AU
63M
0.644 AU
96M
0.674 AU
101M
0.386 AU
58M
0.621 AU
93M
0.509 AU
76M

По спектральной классификации Солнце относится к типу G2V (жёлтый карлик)

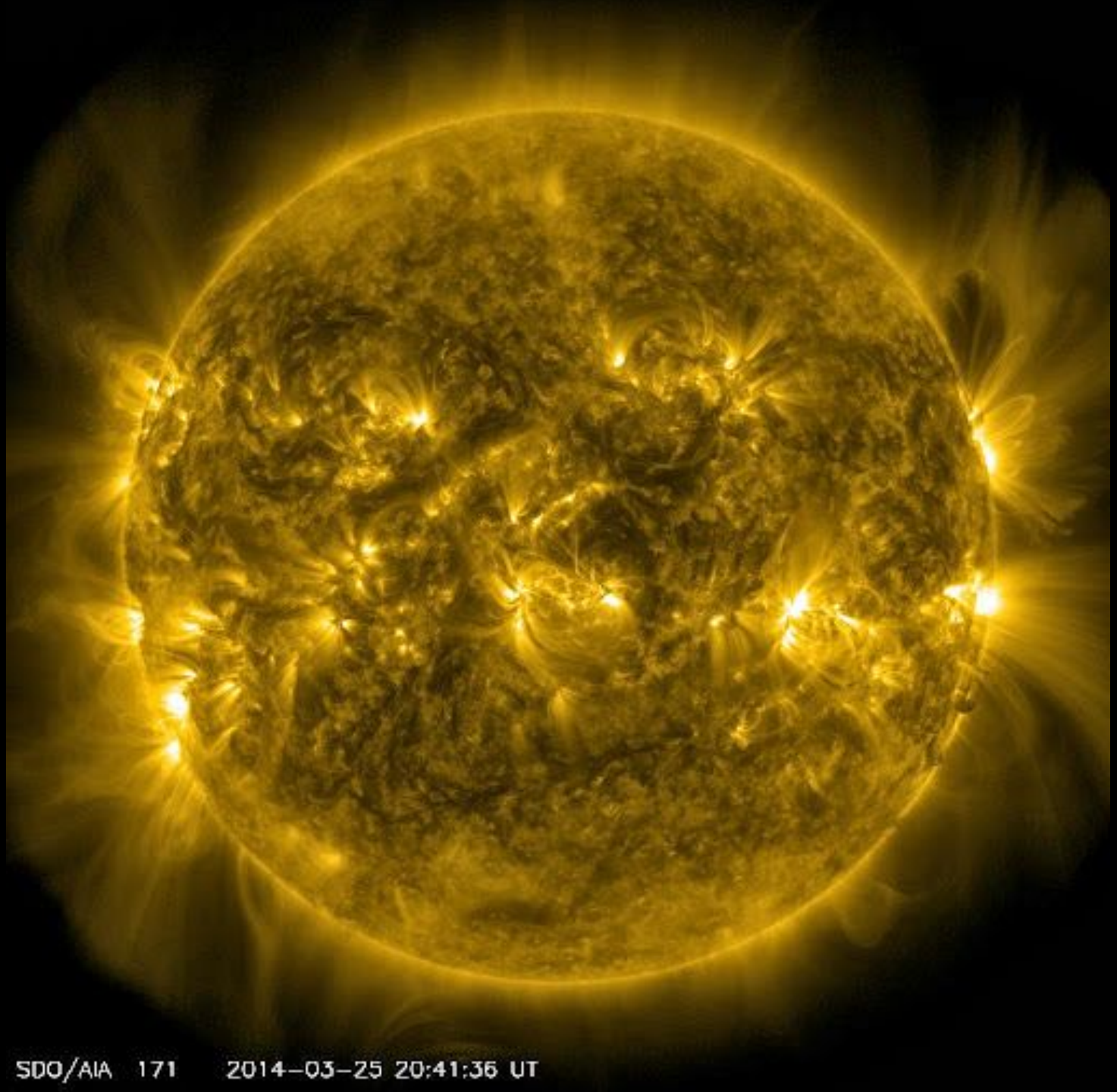
Солнце



Солнце

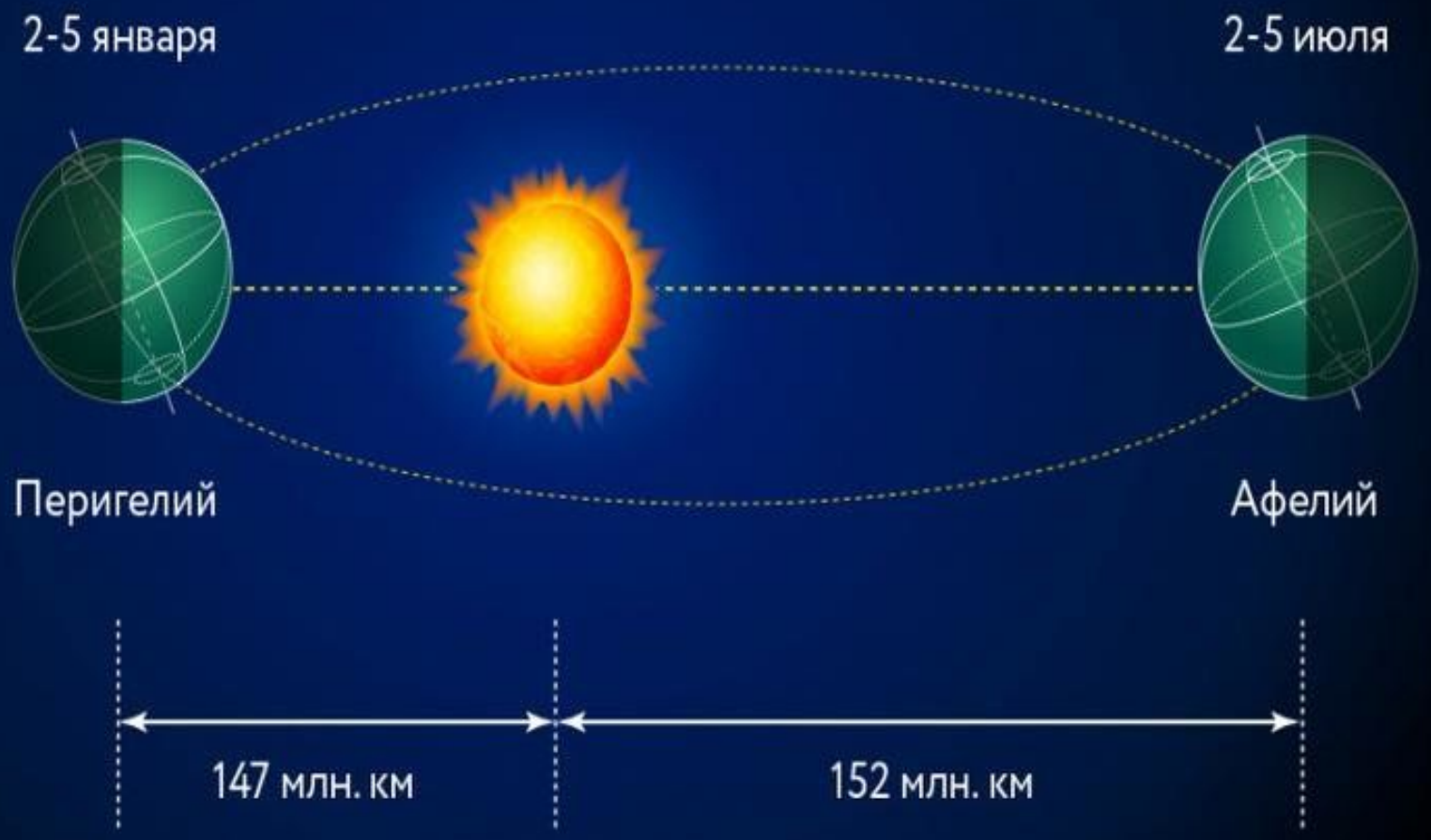


Солнце



Перигелий и афелий Земли

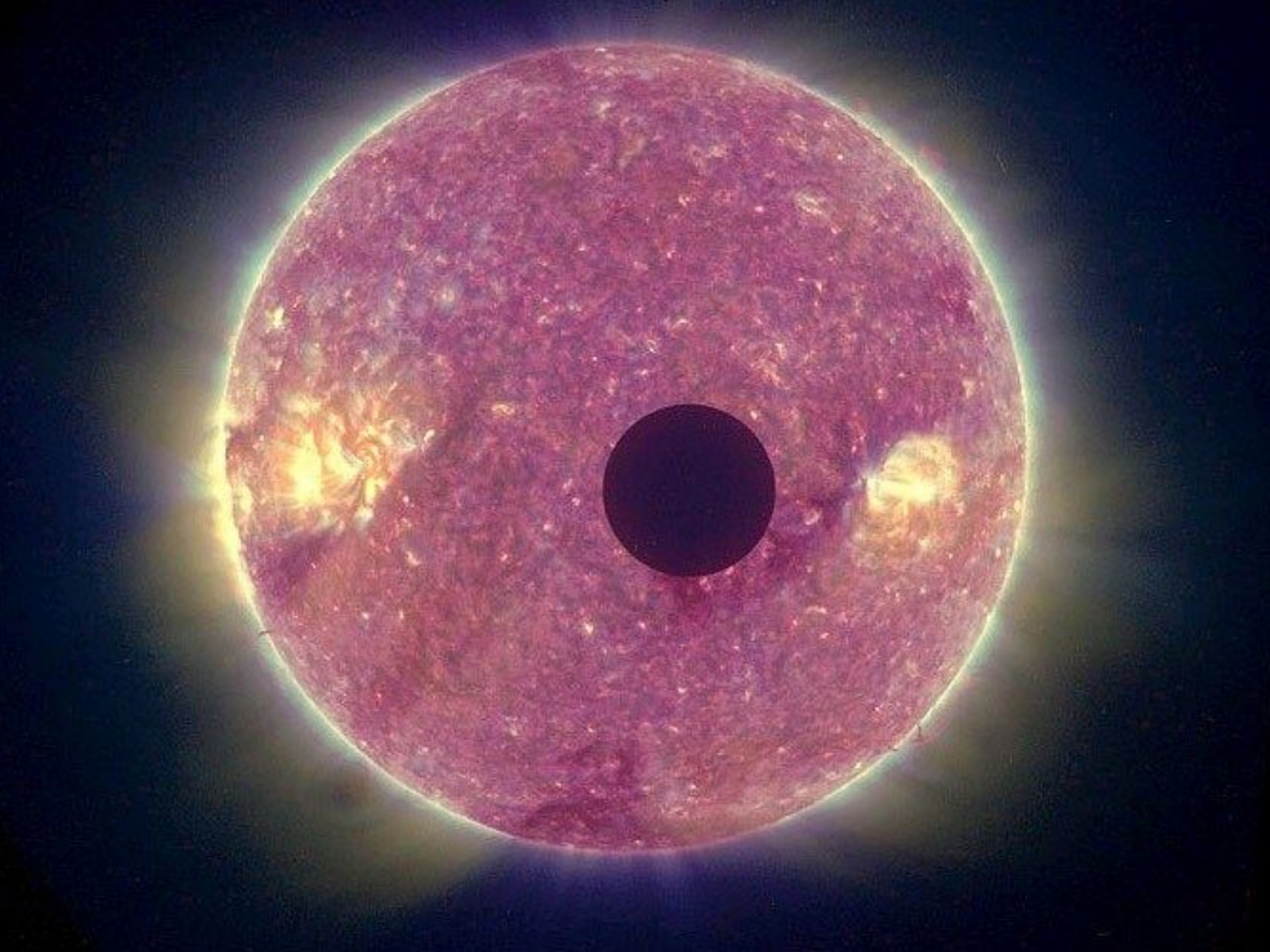
МОСКОВСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ



В этом видео очень наглядно показано, как далеко находились бы друг от друга разные тела Солнечной системы, если бы размеры этих тел и расстояния между ними можно было бы уменьшить пропорционально. Работа, которую проделали эти парни, даёт великолепное представление о том, что означает, например, полет на Луну или на Марс. И почему это так трудно реализуемо технически. Просто это ОЧЕНЬ далеко.

https://komyza.com/samaya-luchshaya-iz-kogda-libo-uvidennykh-m/

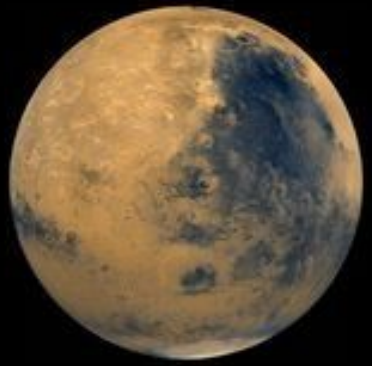
THE SUN
MERCURY
VENUS
EARTH
176 m / 579 ft



Sun

Moon

Earth



Mars

Venus

Uranus

Neptune

Pluto

Jupiter

Saturn

Mercury

Тефия
Тритон
Диона
Земля
Мимас
Япет
Рея
Энцелад
Титан
Луна
Европа
Титания
Миранда
Оберон
Каллисто
Ио
Ганимед
Харон

Информационные источники:

1. https://komyza.com/vremya-oborota-vokrug-svoejj-osi-vosmi-krupnejjshikh-planet-solnechnojj-sistemy/

2. https://pikabu.ru/story prodolzhitelnost_perioda_obrashcheniya_vokrug_zvezdyi_planet_solnechnoy_sistemyi_5519405

3. https://elementy.ru/time/very-long/very-long-1.html

4. http://www.astrophysics.in.ua/fizika-solnechnoi-sistnmy/zvezdnyi-period-obrashcheniia-planet

Спасибо
за внимание!