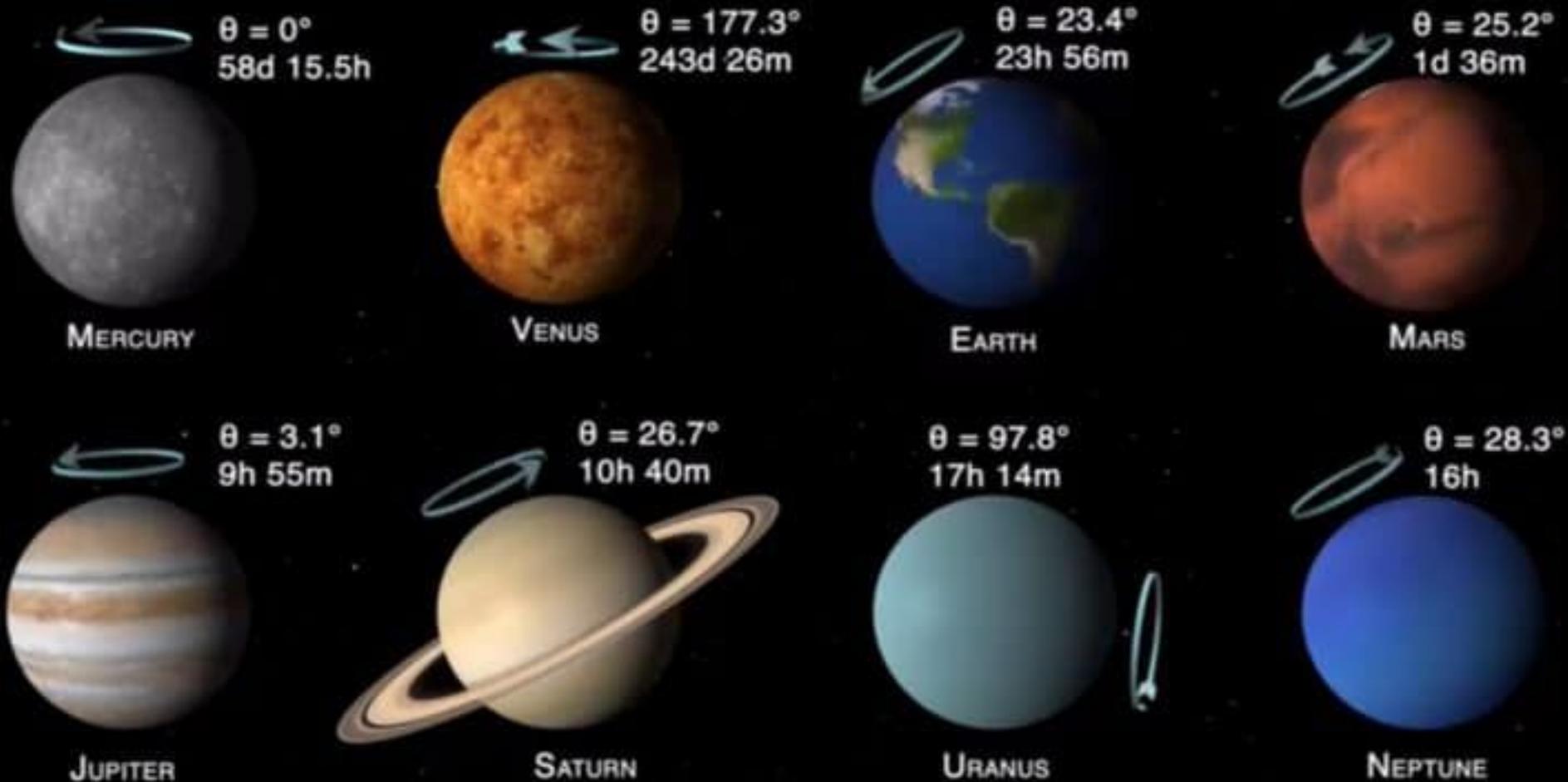


# Сутки и время: период вращения планет Солнечной системы



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.

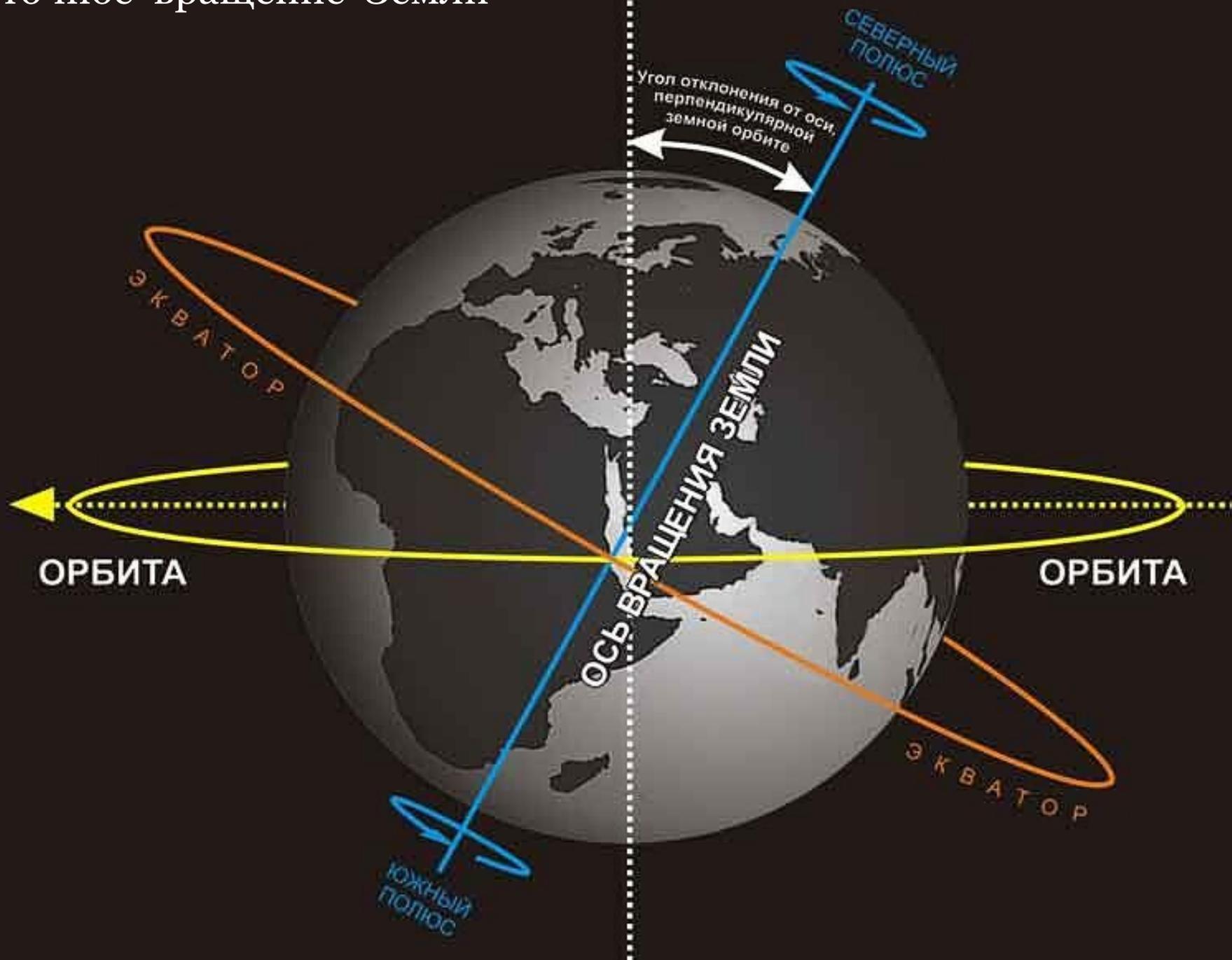
# Система Земля - Луна



# Осевое вращение Земли



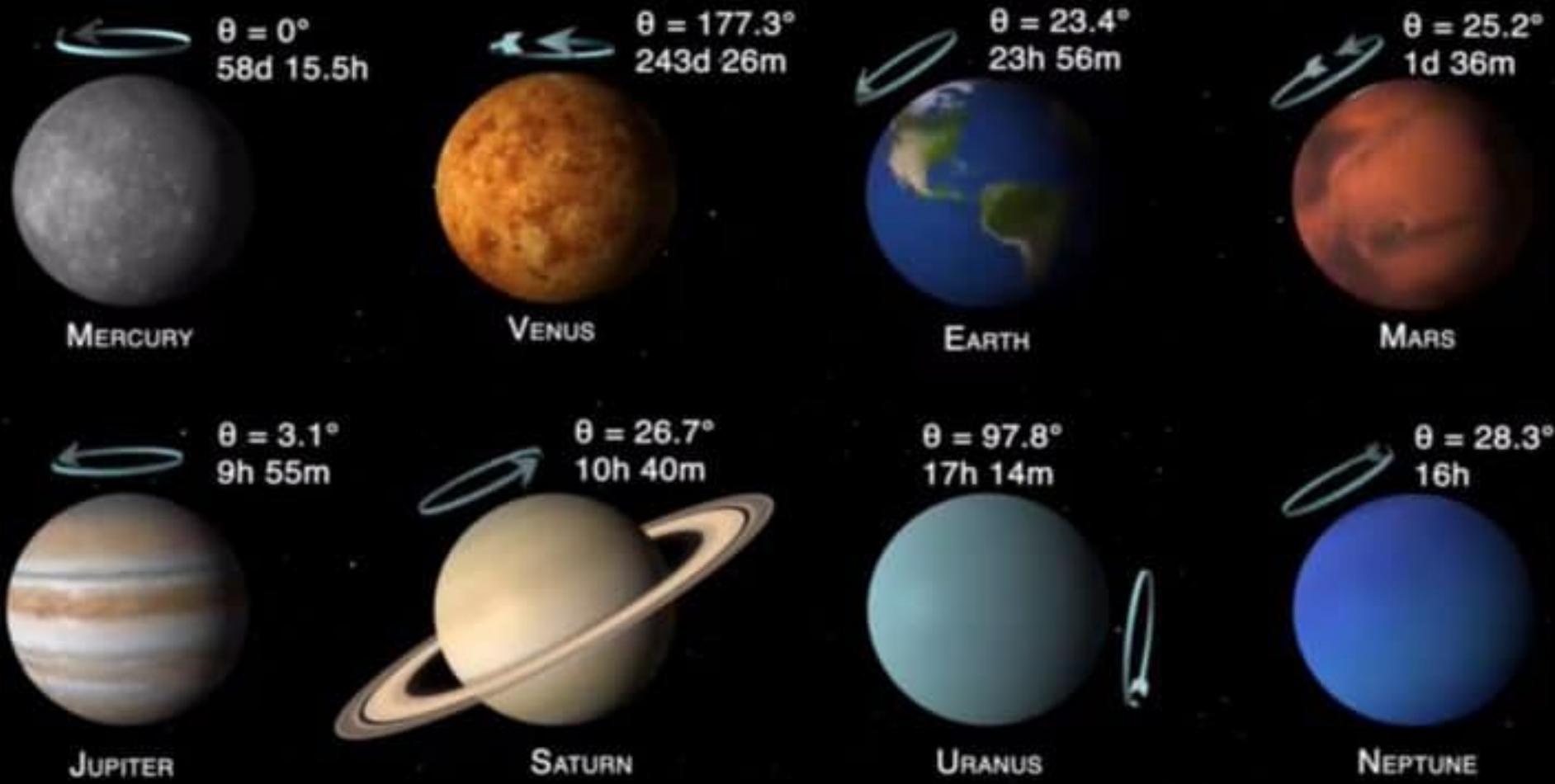
# Суточное вращение Земли



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.



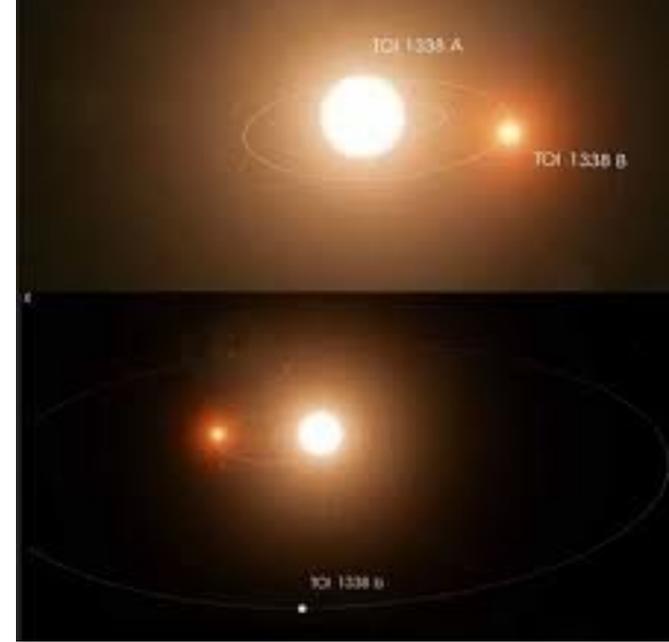
Так, например, полный оборот вокруг своей оси Юпитер совершает за 9 часов 55 мин, а Венера — за 243 земных дня и 26 мин.

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

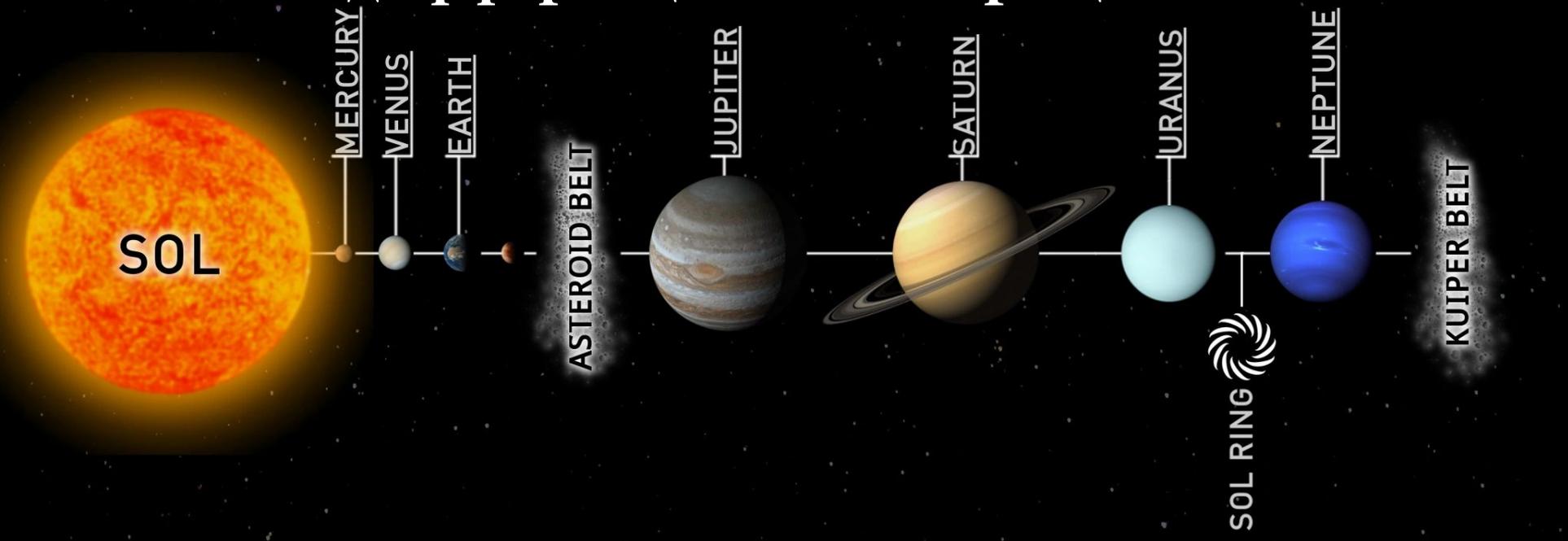
Вот условный рейтинг планет по периоду вращения вокруг своей оси — т.е. по продолжительности средних звездных суток (в минутах, часах и/или земных днях):

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

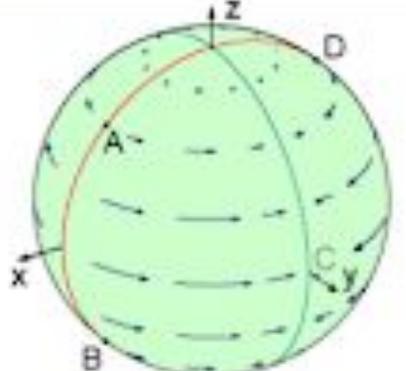
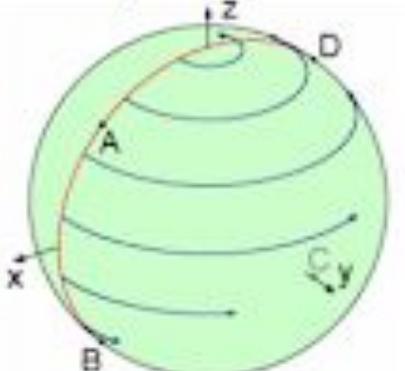
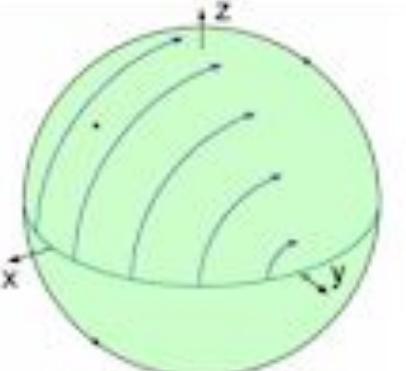
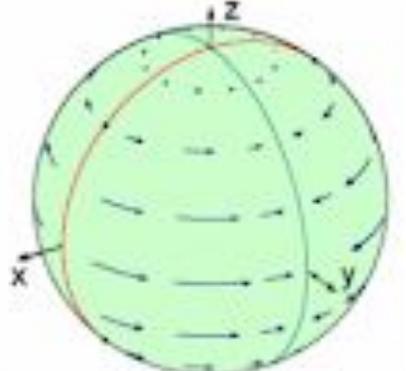
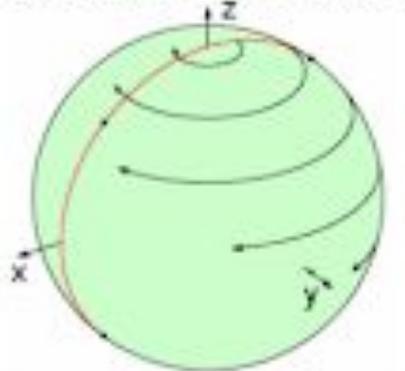
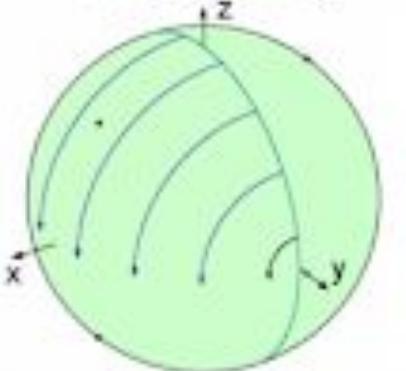
При этом, период вращения Солнца — 25 дней 9 часов 7 минут 11,6 секунд.



Следует сказать, что измерение периода вращения для разных космических объектов имеет свои особенности. Так, для твердотельных объектов, таких как каменные 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**.



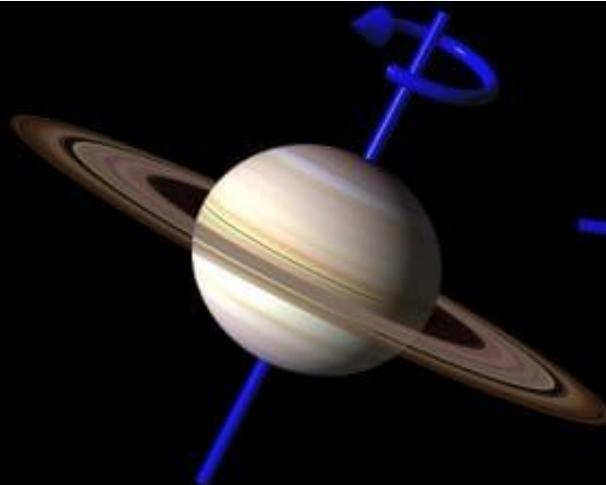
# Геометрическая иллюстрация дифференциального вращения

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

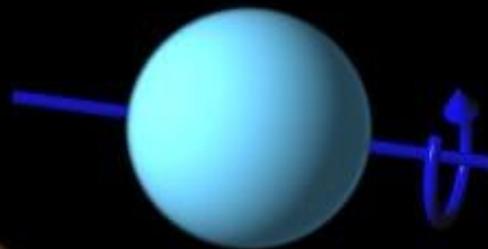
Как правило, установленный период вращения газового гиганта (такого как Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) — это период его внутреннего вращения, который определяется по вращению магнитного поля планеты. Для объектов, которые не являются сферически симметричными, период вращения, как правило, не является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



Юпитер  
3°



Сатурн  
27°

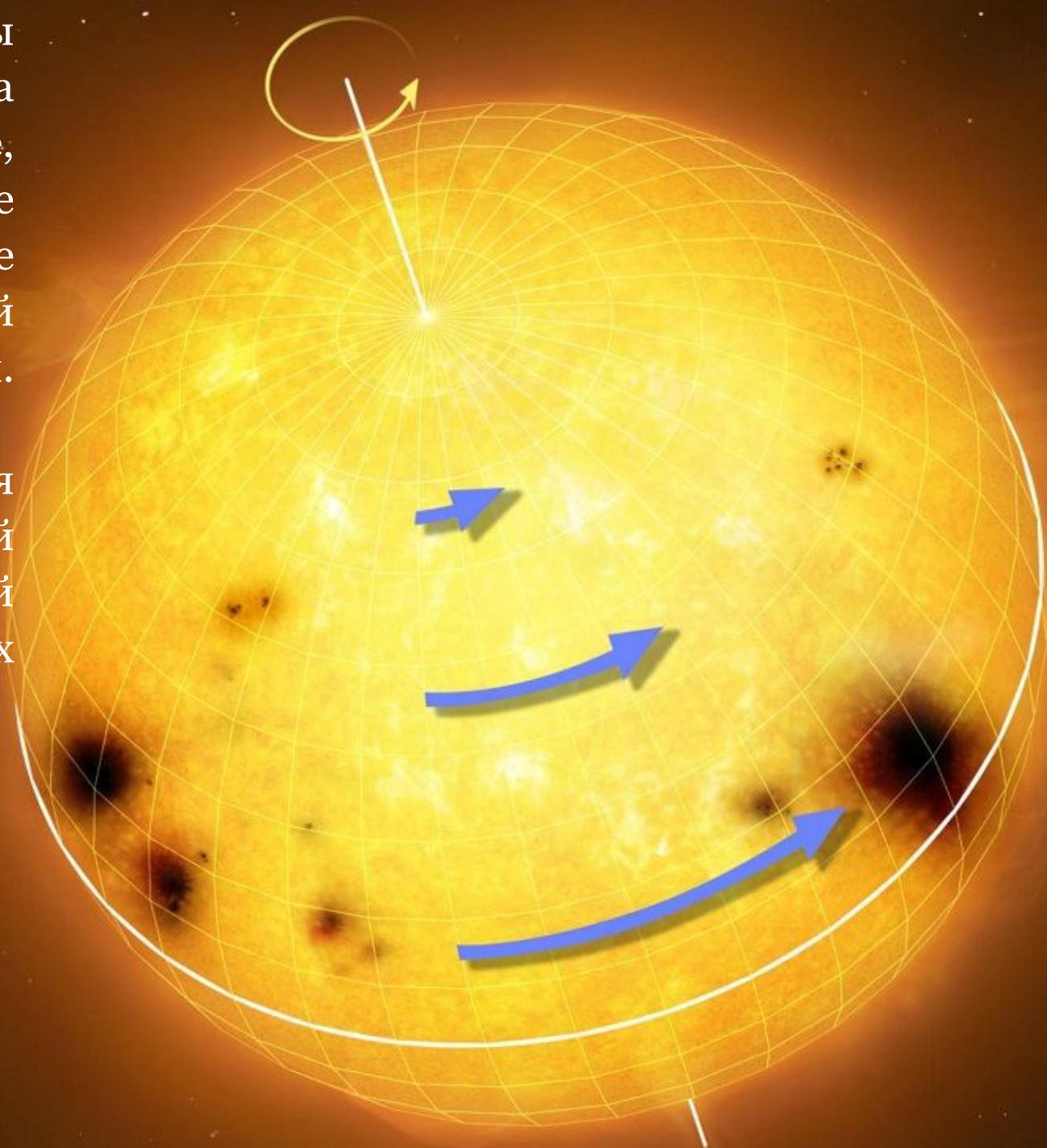


Уран  
98°



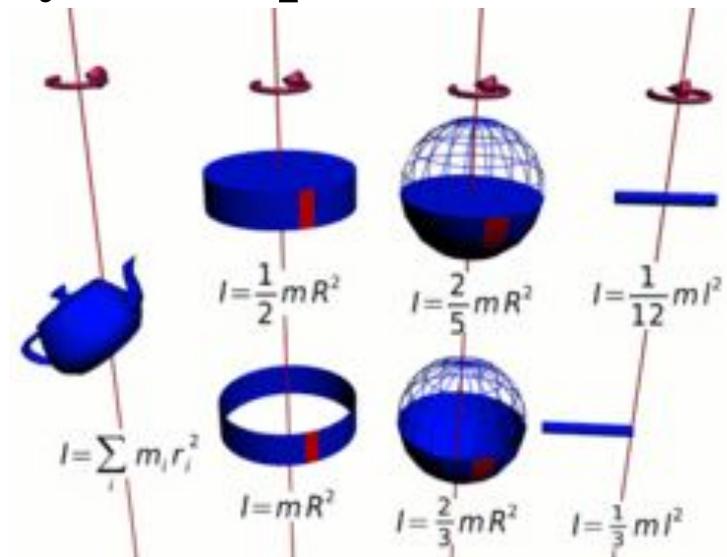
Нептун  
30°

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

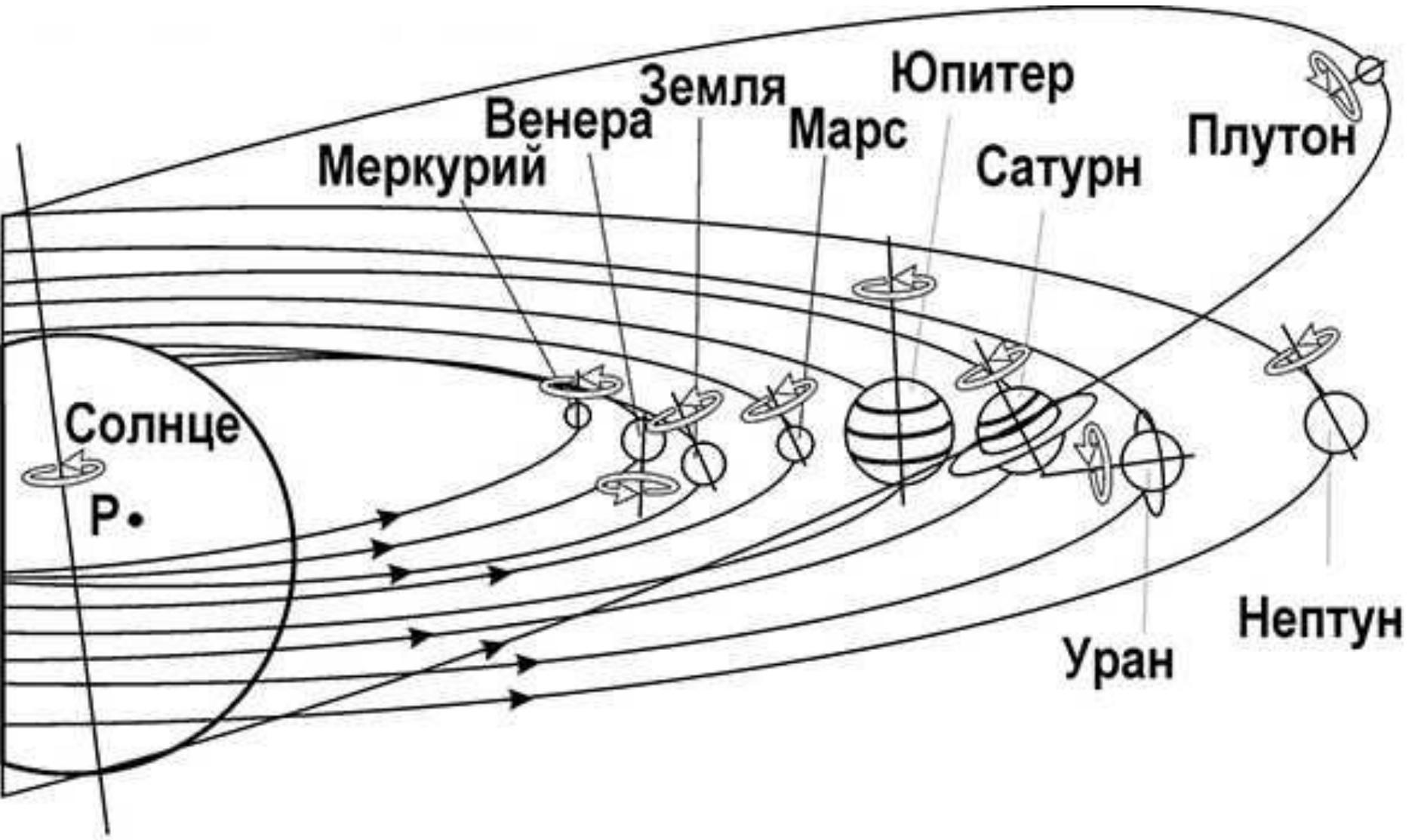


Это связано с тем, что, хотя ось вращения фиксирована в пространстве (путем сохранения момента импульса), она не обязательно фиксируется в теле самого объекта. В результате этого момент инерции при движении объекта вокруг оси вращения может изменяться, и, следовательно, может изменяться скорость его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

*Момент инерции*



# Схема движения планет Солнечной системы



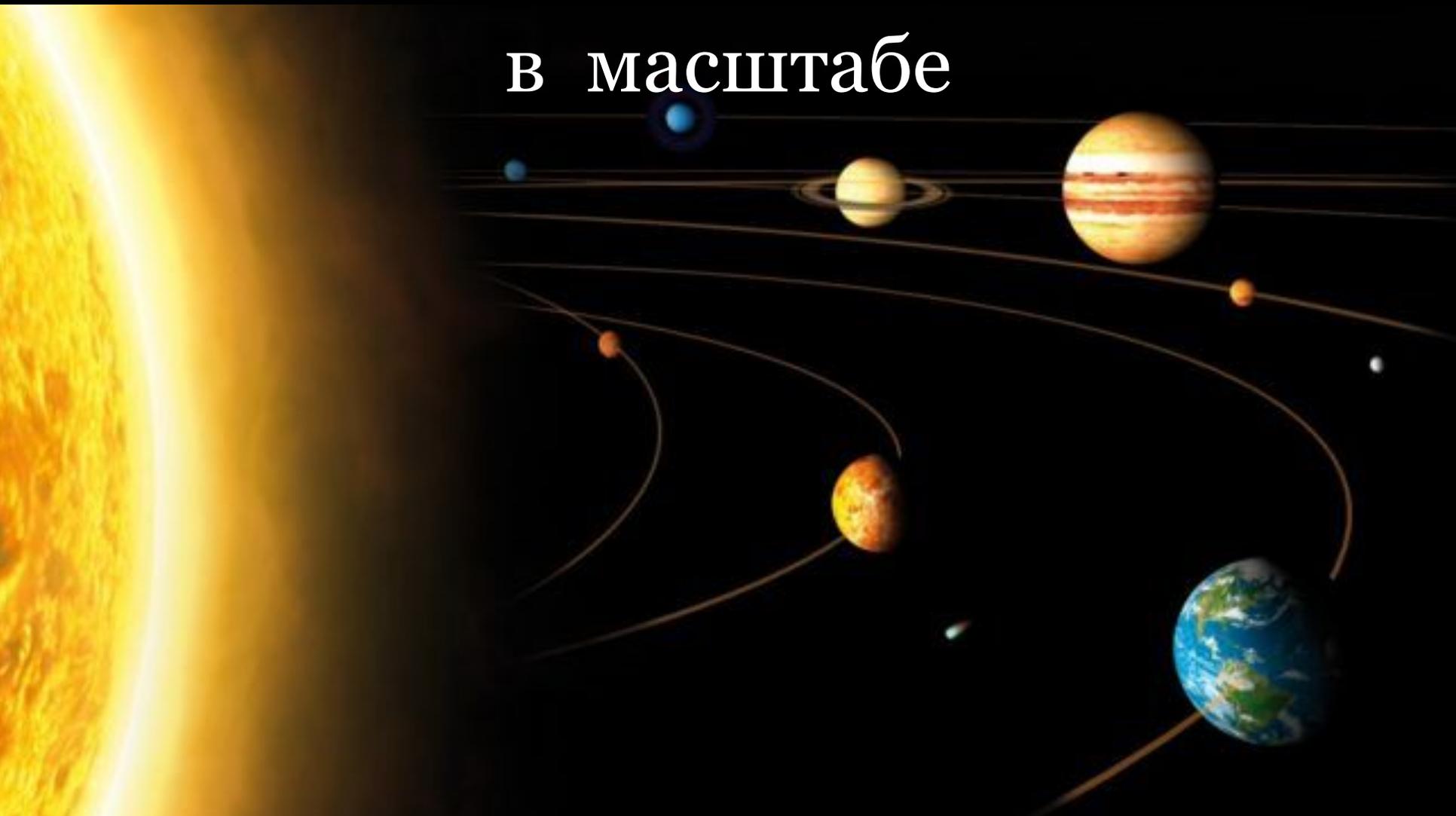
Почему Венера и Уран вращаются в обратном направлении? Что касается Урана, считается, что планета в период формирования была поражена множеством космических тел размером примерно с Землю, что привело к уникальному повороту её оси и ретроградному вращению.

## Планеты Солнечной системы (не в масштабе)



# Реальные размеры Солнечной системы: лучшая визуализация

в масштабе



Чтобы представить реальные расстояния между Землей и Луной, Землей и Марсом, Землей 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 обзора, 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









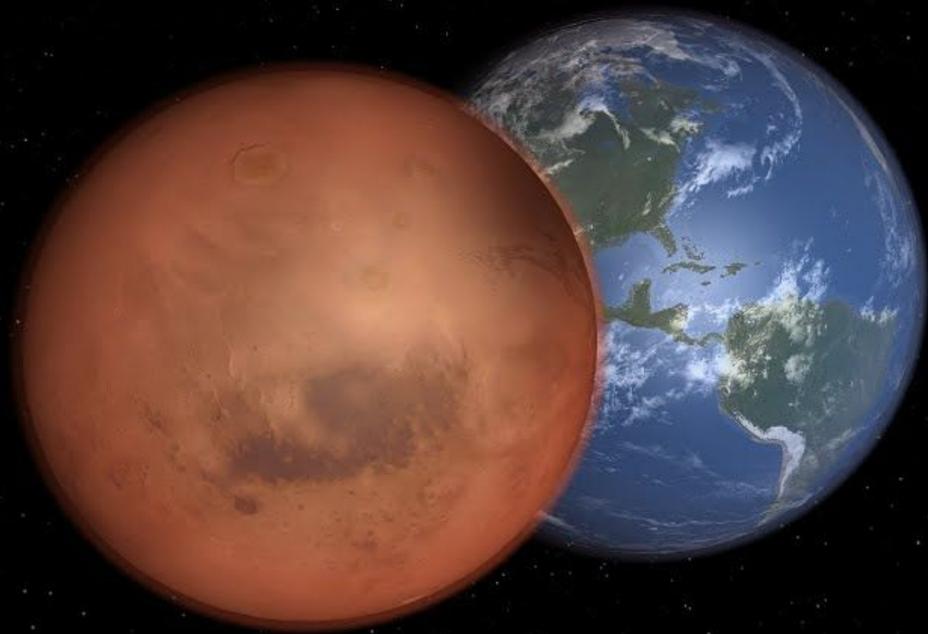


Орбита Луны относительно плоскости вращения Земли



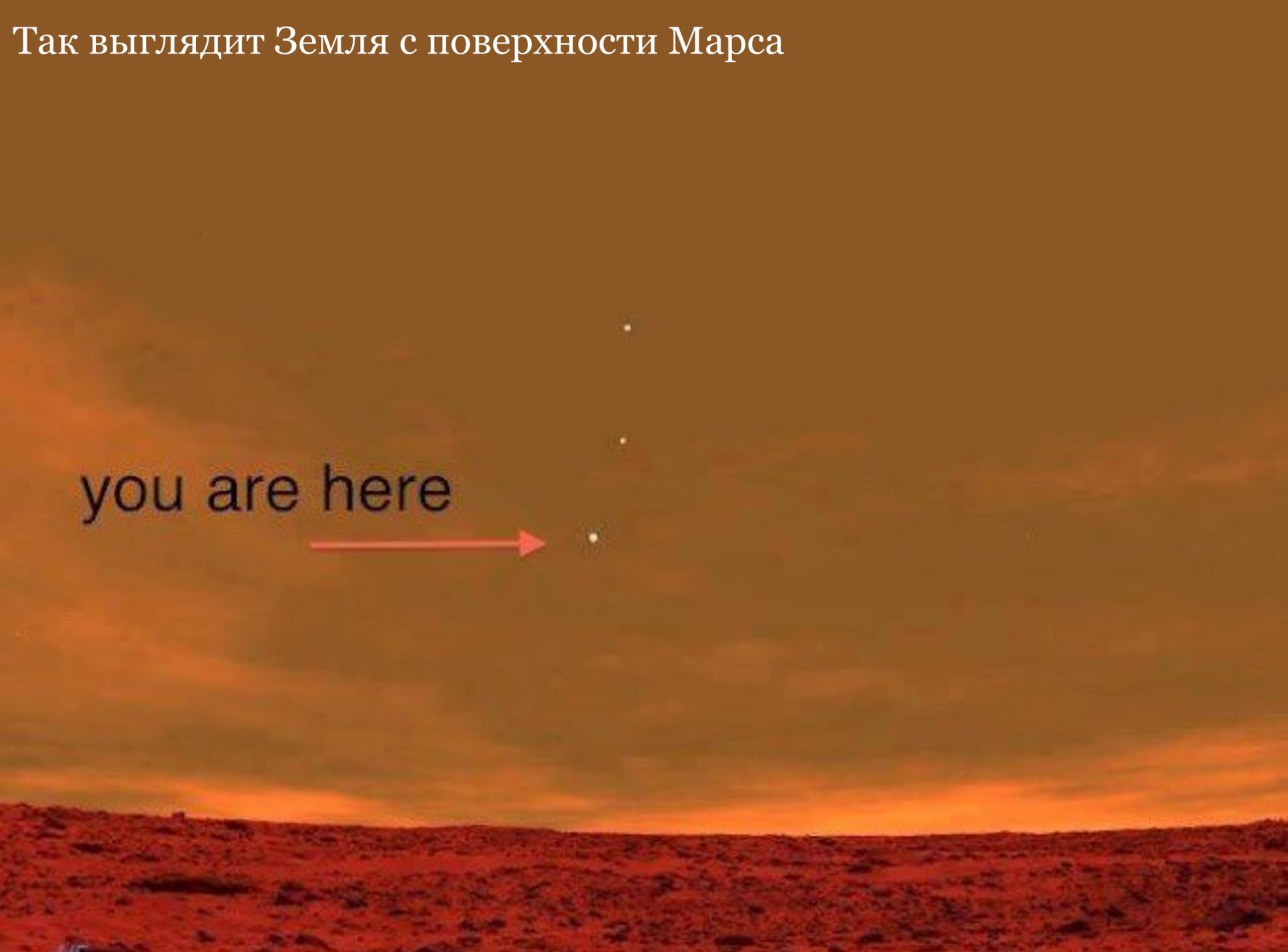


# Марс, Земля и Млечный Путь

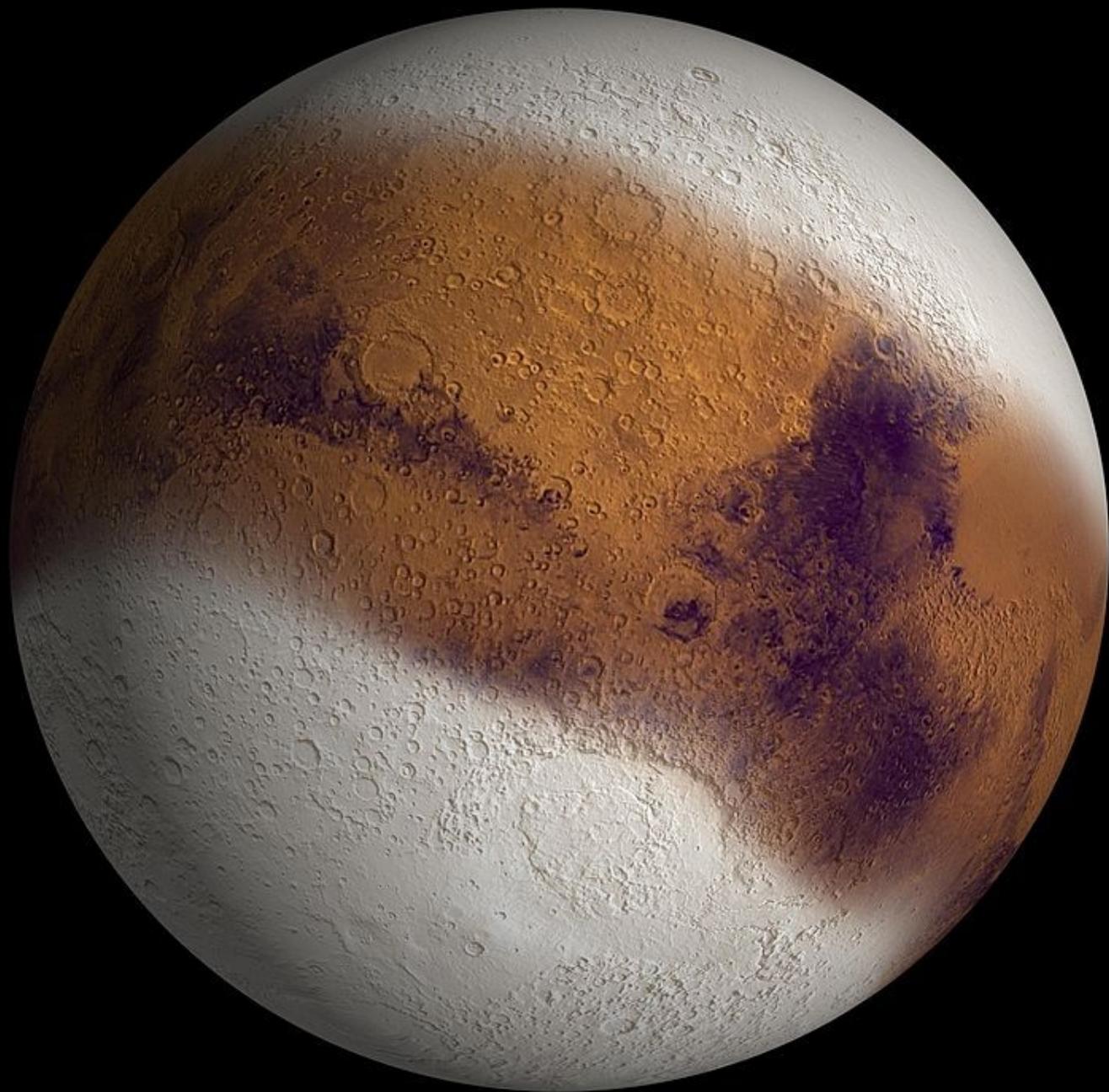


Так выглядит Земля с поверхности Марса

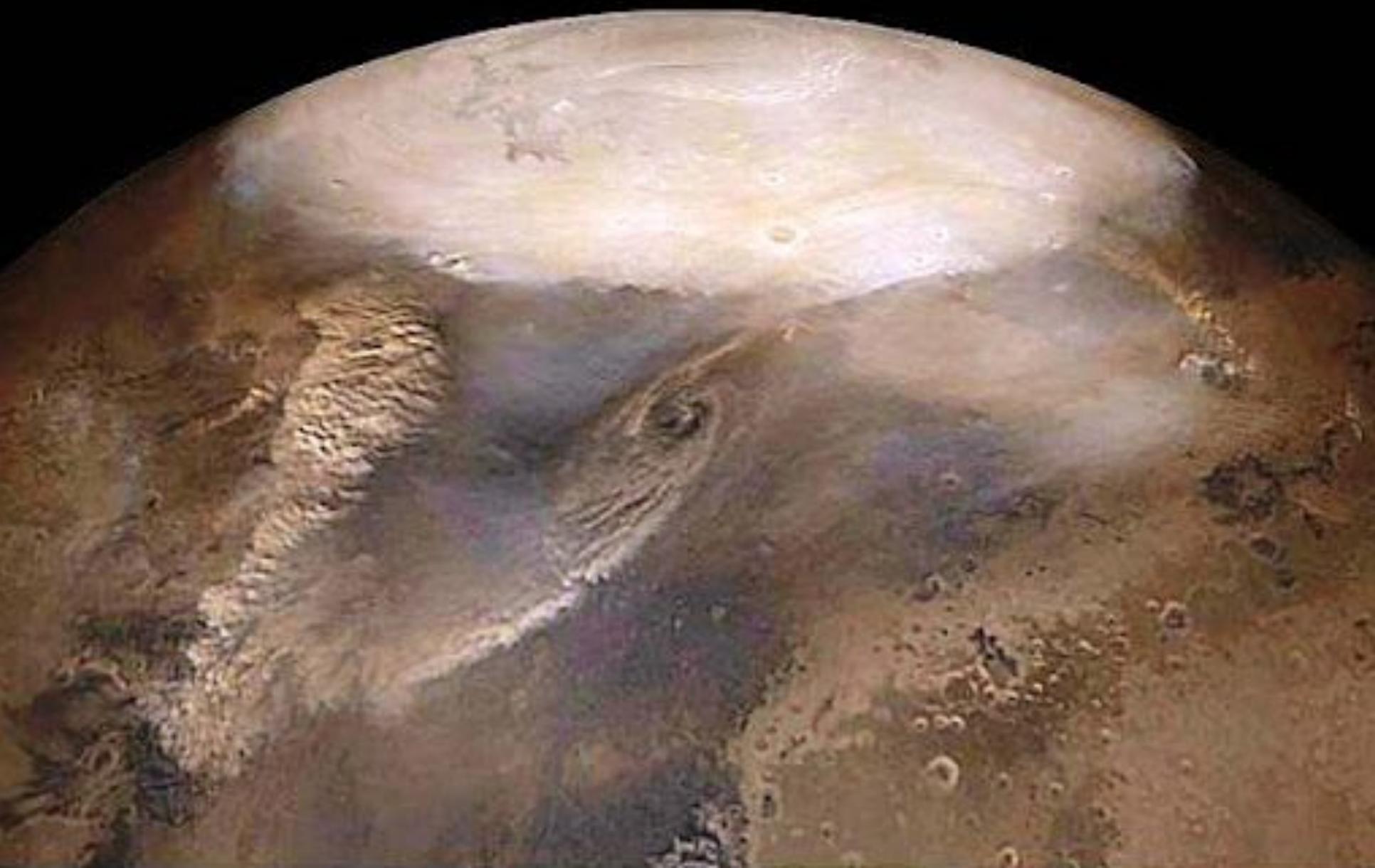
you are here



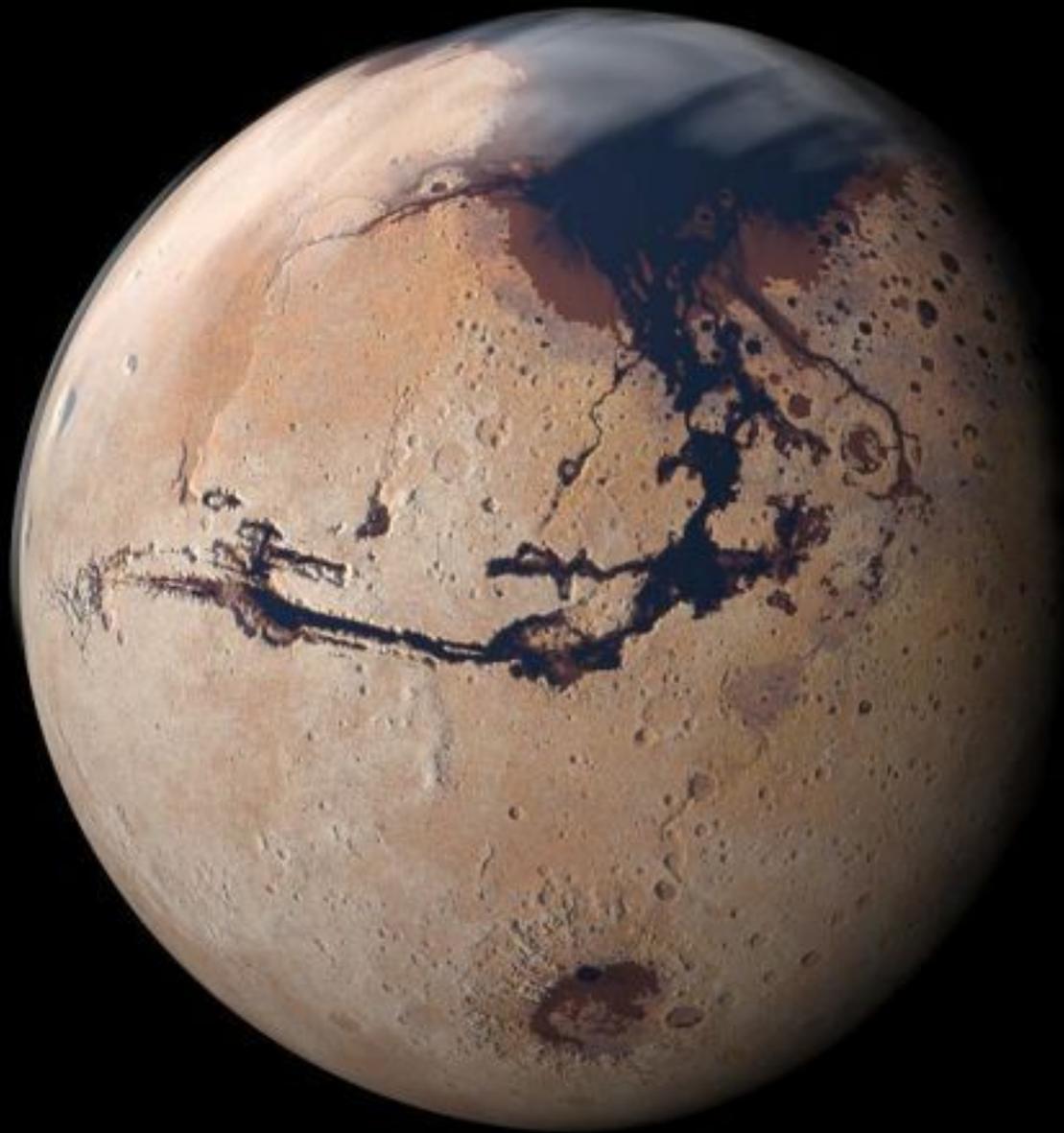
Mapc



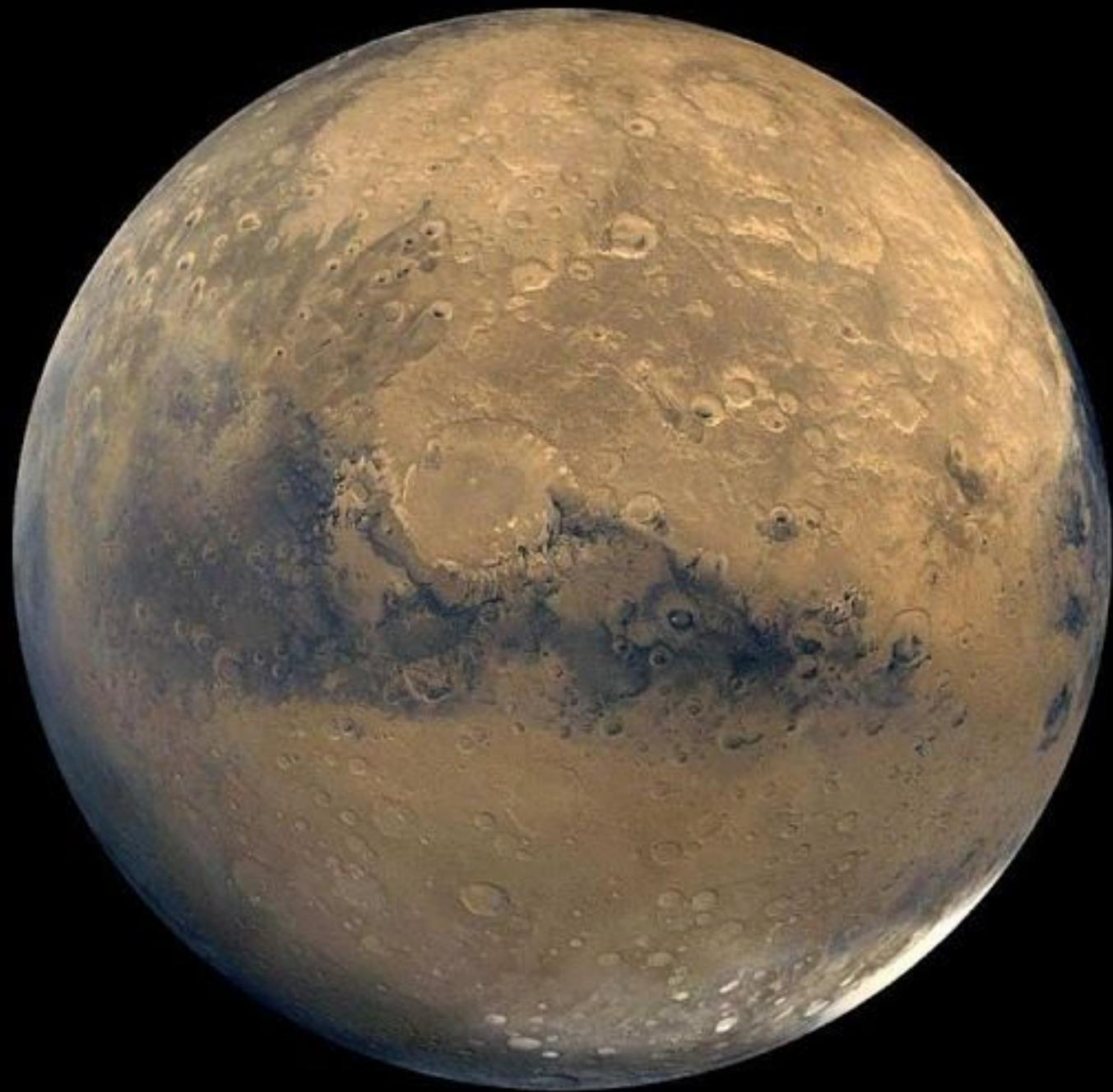
Mapc



Mapc

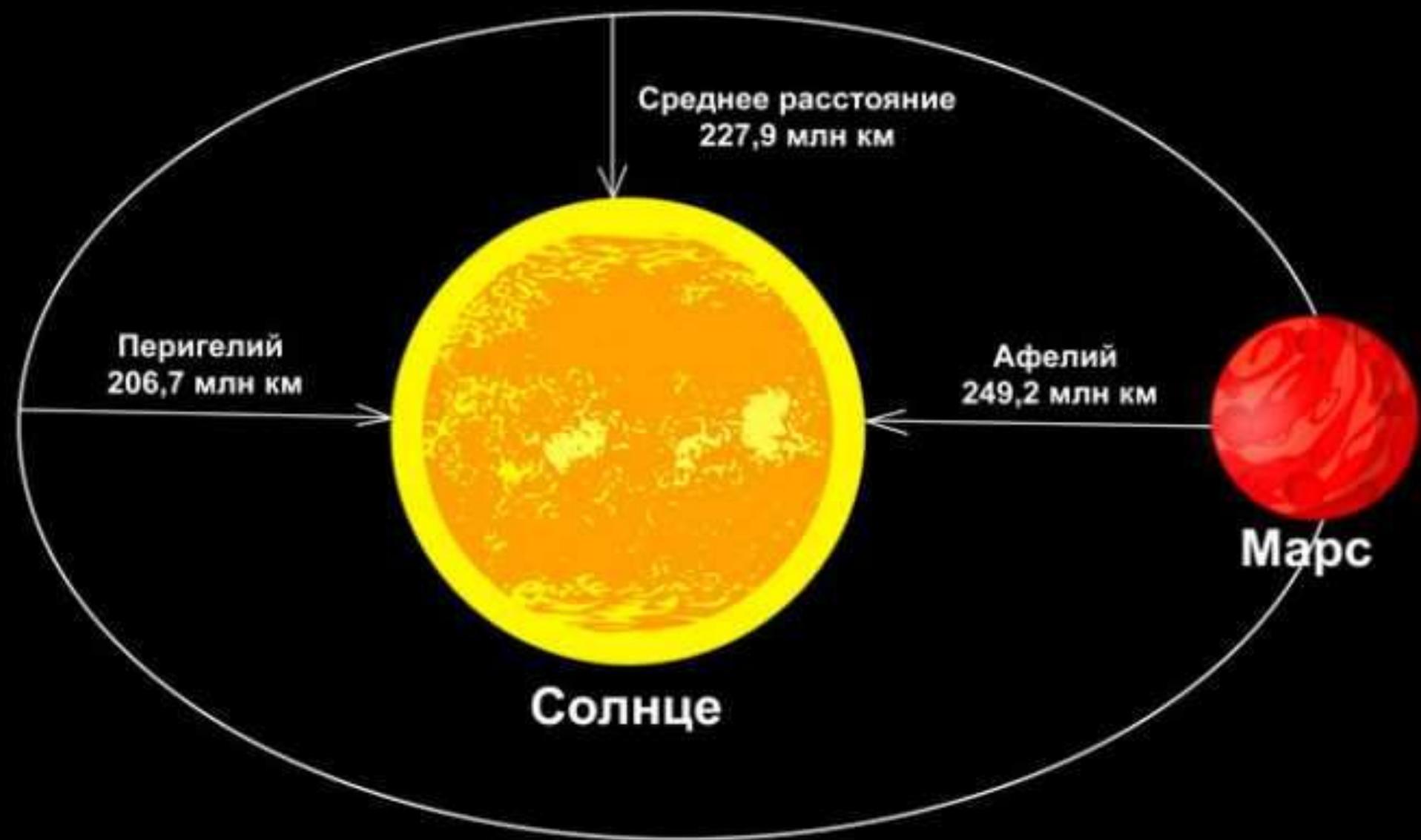


Mapc



Mapc





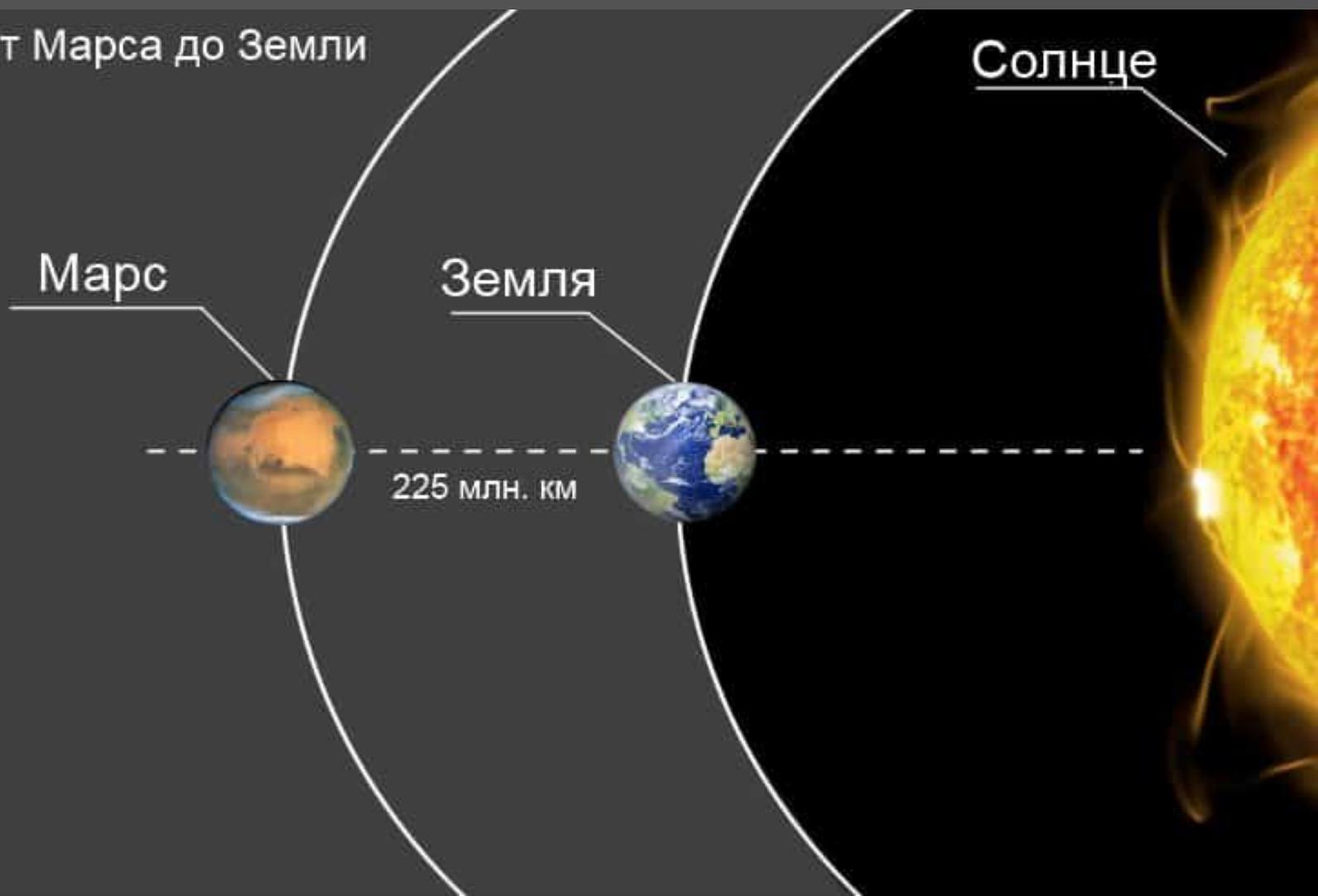
Расстояние от Марса до Земли

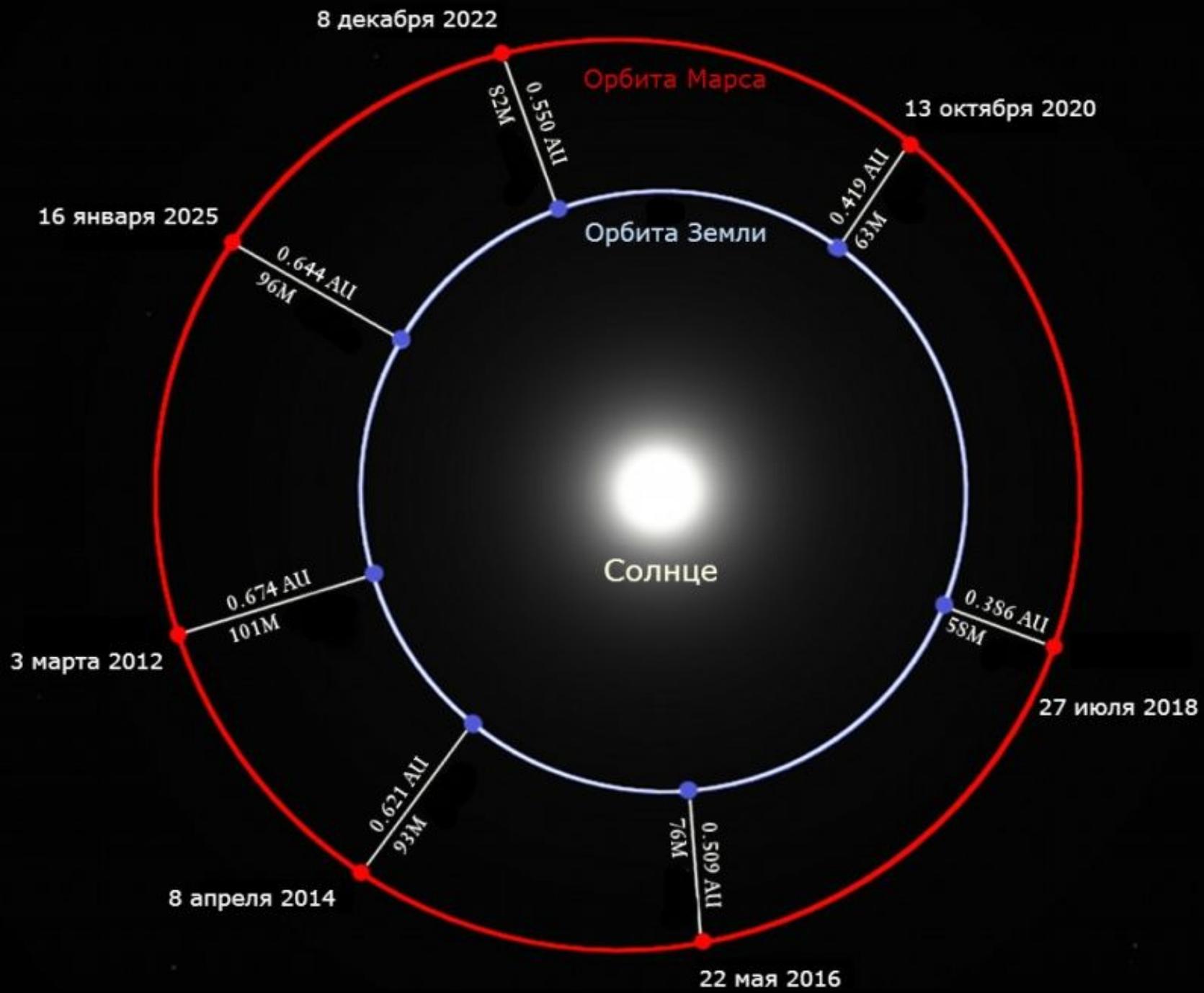
Солнце

Марс

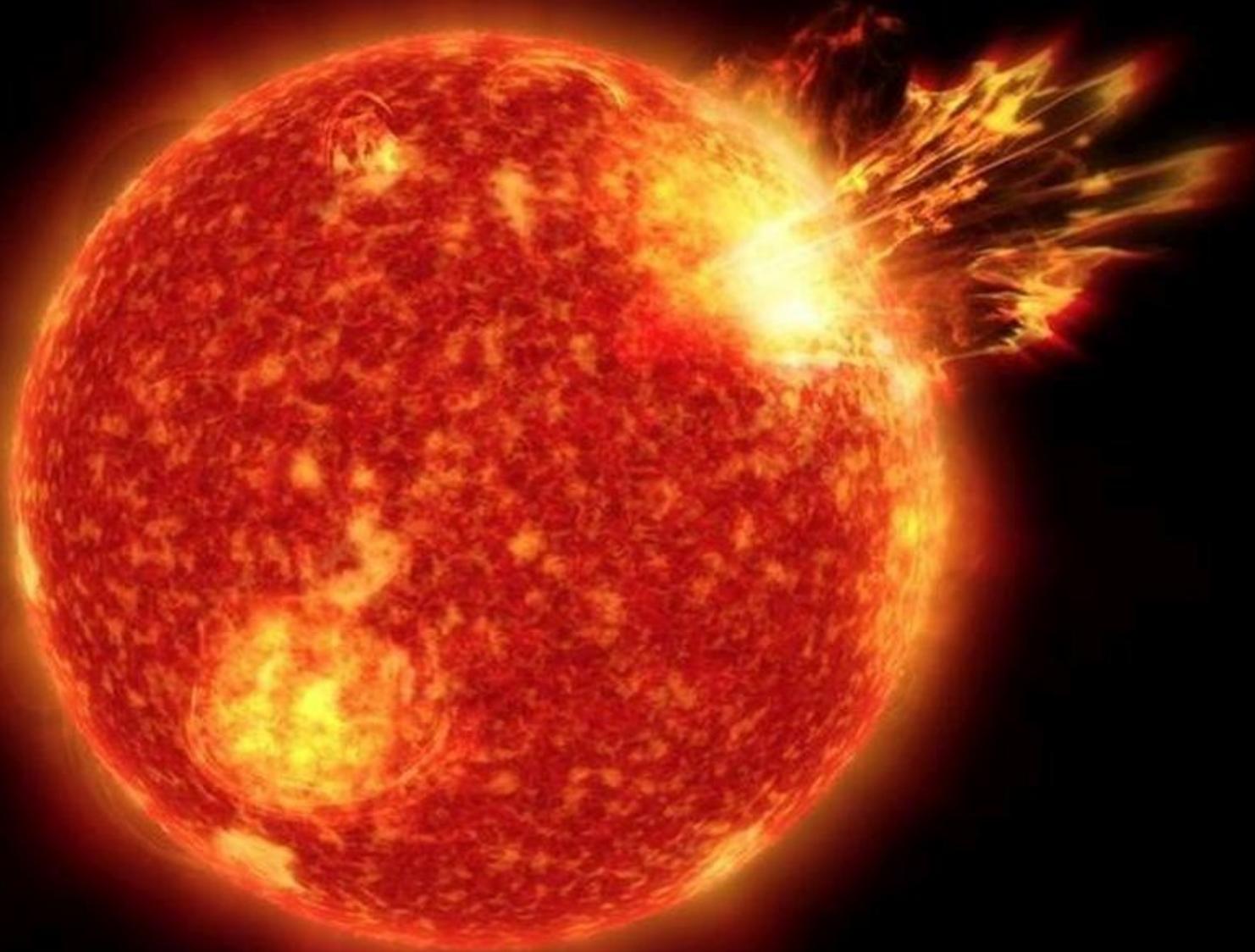
Земля

225 млн. км

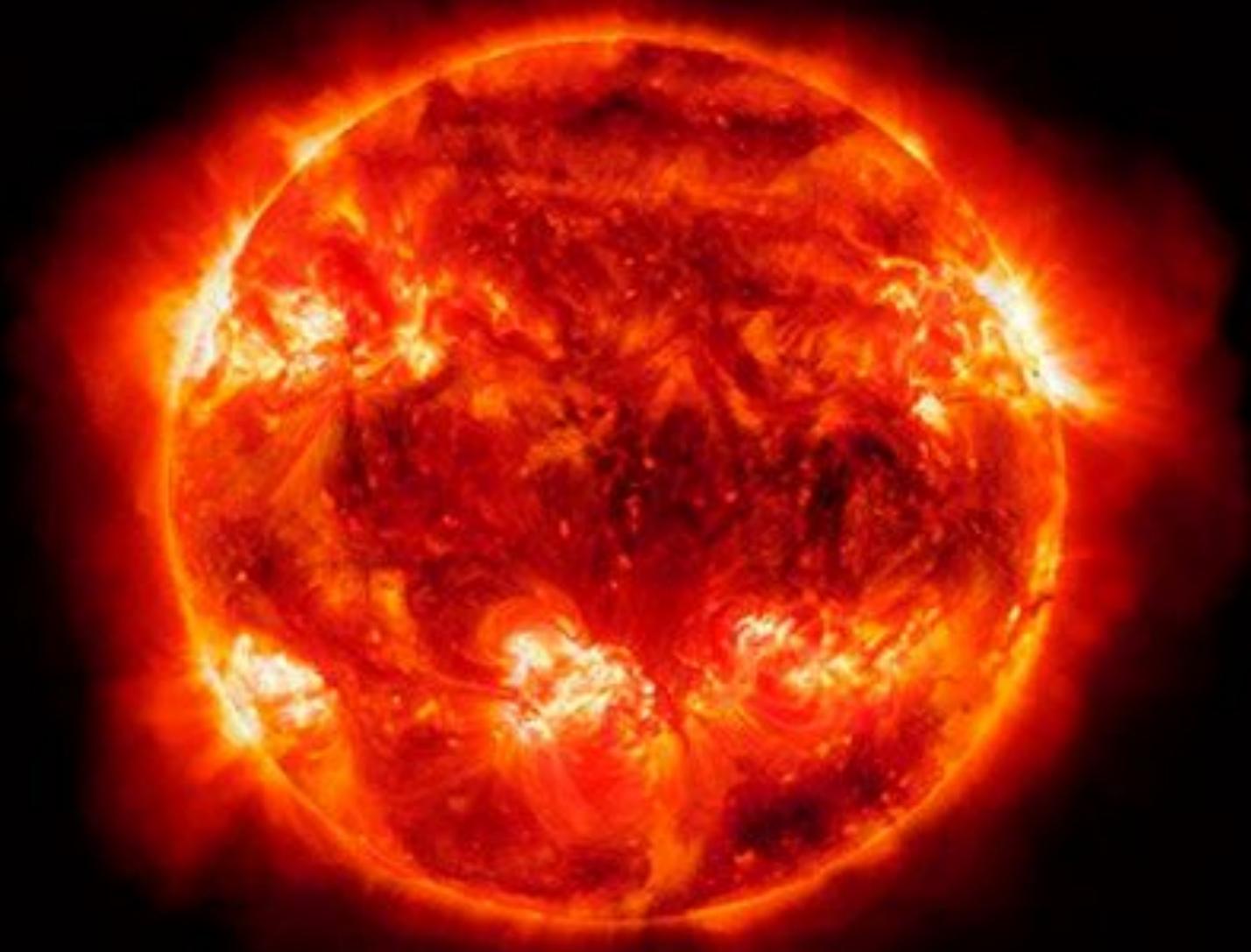




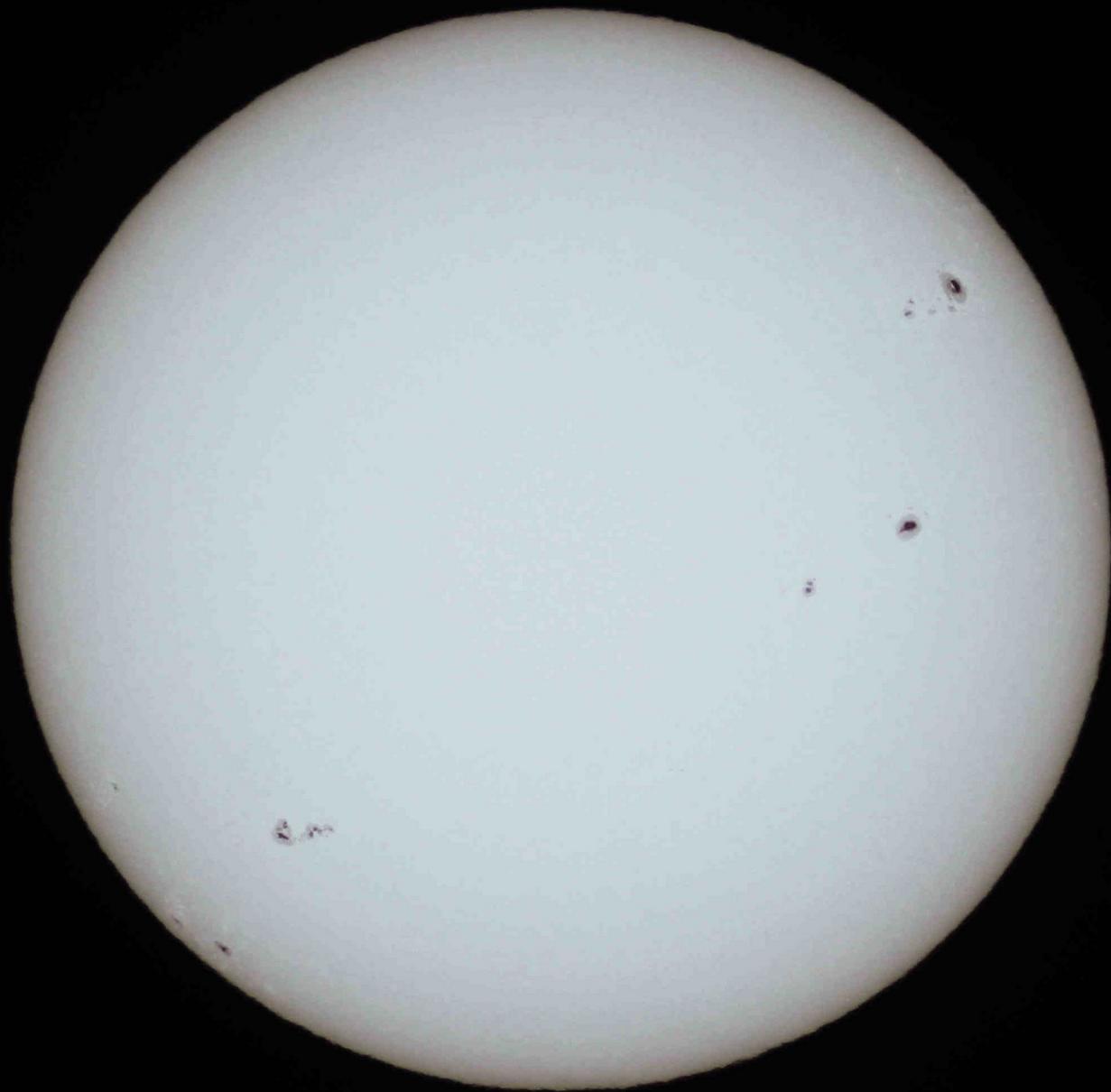
По спектральной классификации Солнце относится к типу G2V (жёлтый карлик)



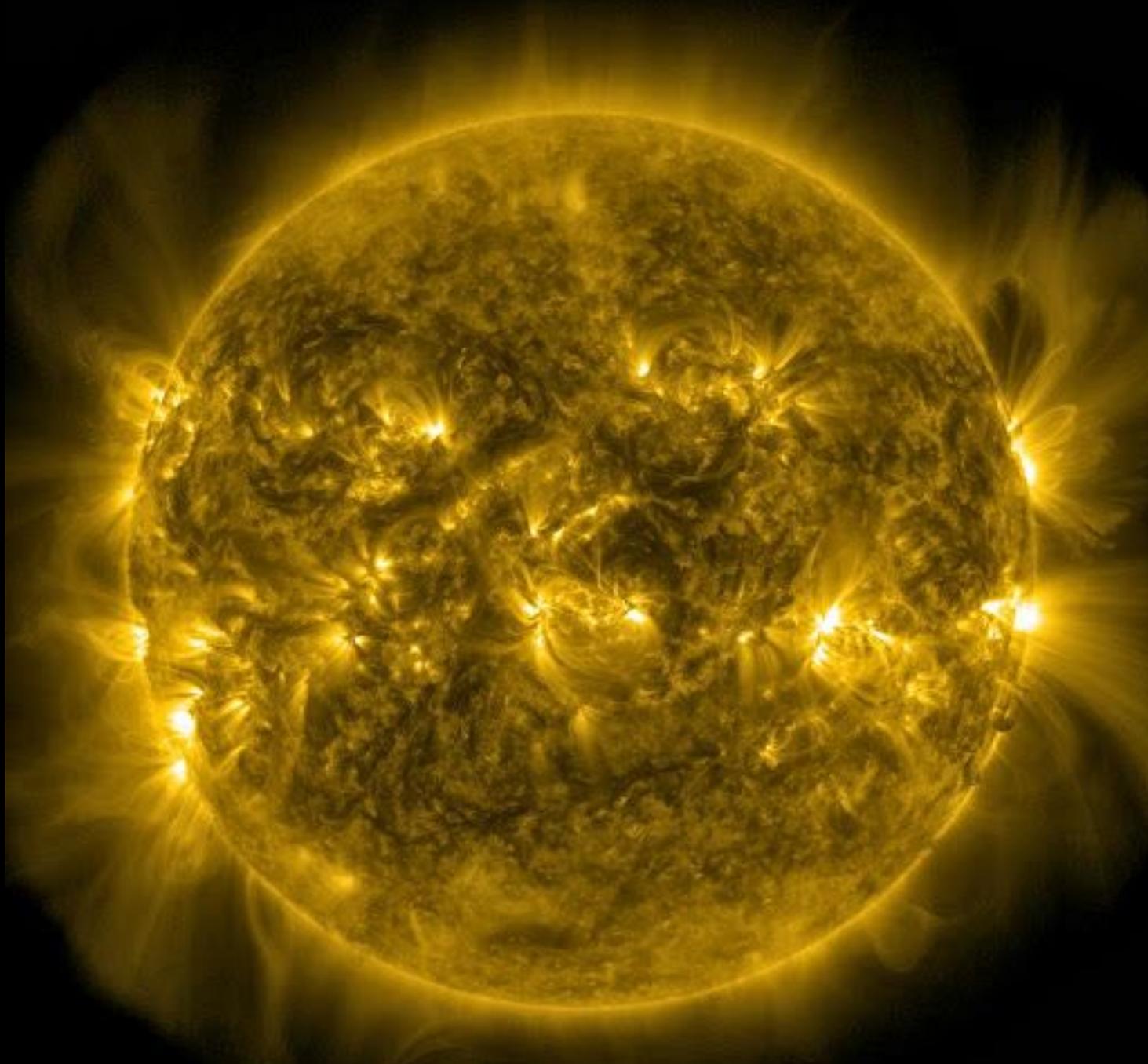
Солнце



Солнце



# Солнце



SDO/AIA 171 2014-03-25 20:41:36 UT

# Перигелий и афелий Земли

2-5 января

2-5 июля



Перигелий

Афелий

147 млн. км

152 млн. км



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/>

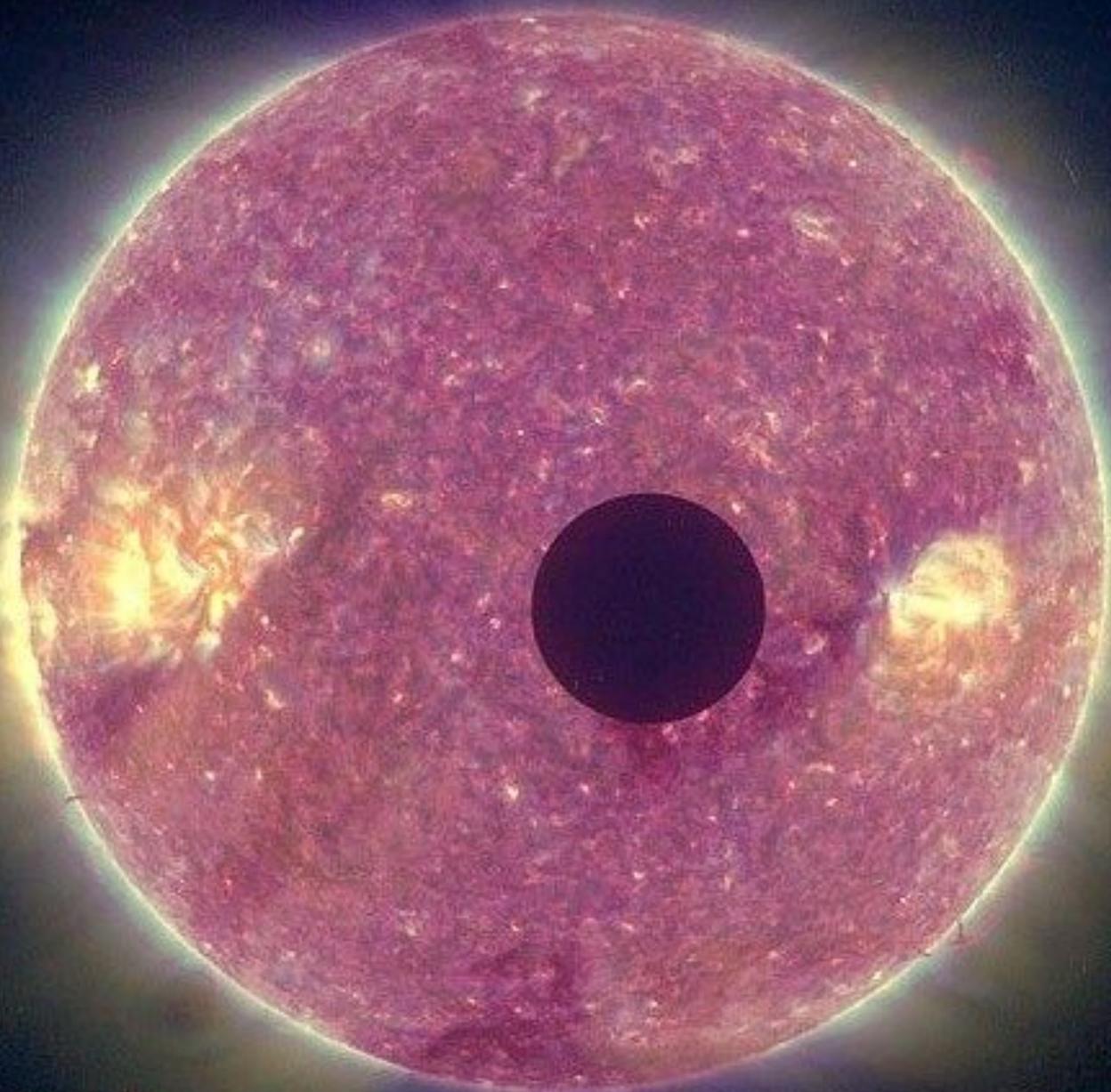


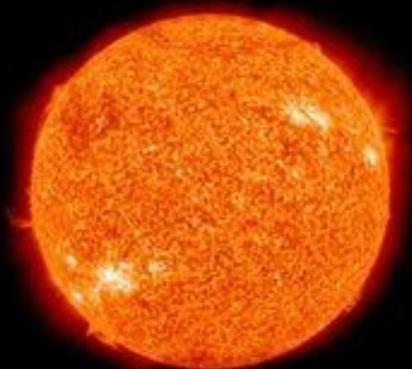
THE SUN

MERCURY

VENUS

EARTH  
176 m / 579 ft





Sun



Moon



Earth



Mars



Venus



Uranus



Neptune



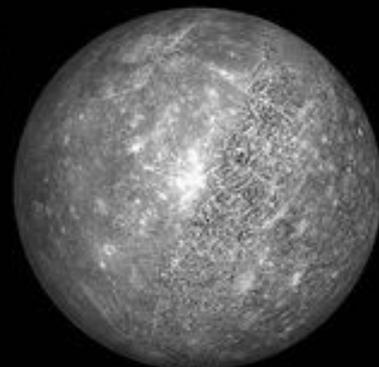
Pluto



Jupiter



Saturn



Mercury



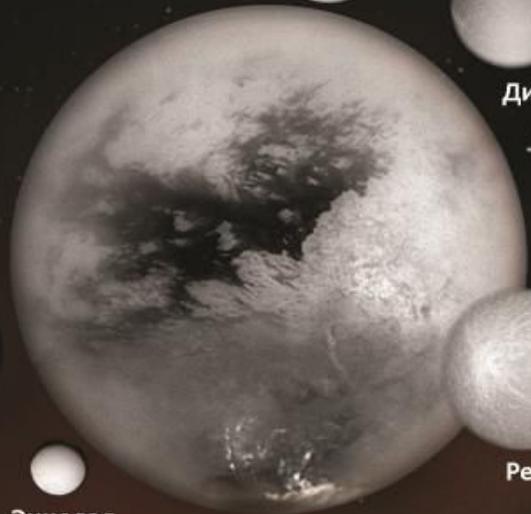
Земля



Луна



Тритон



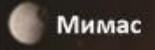
Титан



Тефия



Диона



Мимас



Япет



Рея



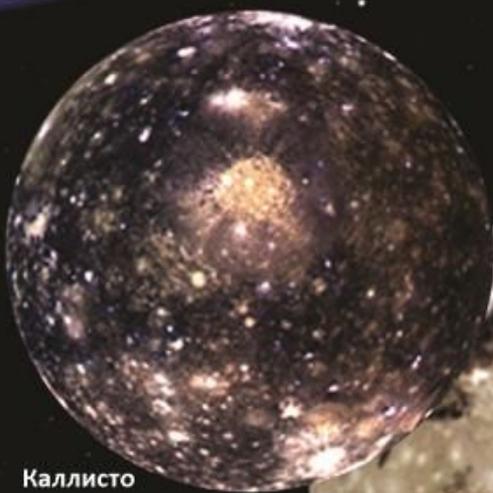
Энцелад



Европа



Титания



Каллисто



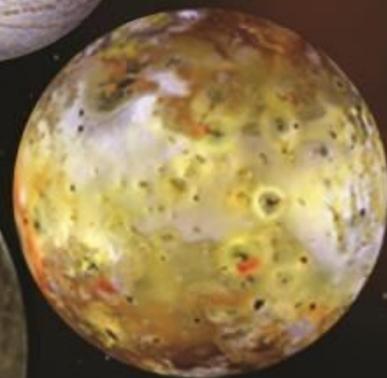
Миранда



Оберон



Ганимед



Ио



Харон

# Информационные источники:

1.

<https://komyza.com/vremya-oborota-vokrug-svoejj-osi-voimi-krupnejshikh-planet-solnechnojj-sistemy/>

2. <https://pikabu.ru/story>

prodolzhitelnost\_perioda\_obrashcheniya\_vokrug\_zvezdy\_planet\_solnechnoy\_sistemyi\_5519405

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

4.

<http://www.astrophysics.in.ua/fizika-solnechnoi-sistnmy/zvездnyi-period-obrashcheniia-planet>

The image features a composite background. On the left, a curved portion of Earth is visible, showing blue oceans and brownish-green landmasses. On the right, a large, glowing, fiery planet, likely Venus, is shown in a reddish-orange hue with bright yellow and white spots. The background is a deep blue space filled with numerous small white stars.

Спасибо  
за внимание!