

# Происхождение Солнечной системы



# Содержание

- 1. Развитие представлений о происхождении Солнечной системы**
- 2. Стадии образования Солнечной системы**
- 3. Будущее Солнечной системы**

Солнечная система состоит из центрального небесного тела – звезды Солнца, 8 больших планет, обращающихся вокруг него, их спутников, множества малых планет – астероидов, многочисленных комет и межпланетной среды. Большие планеты располагаются в порядке удаления от Солнца следующим образом: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

Один из важных вопросов, связанных с изучением нашей планетной системы – проблема ее происхождения.



**Иммануил Кант** (22 апреля 1724, Кёнигсберг, Пруссия — 12 февраля 1804, там же) — немецкий философ, родоначальник немецкой классической философии, стоящий на грани эпох Просвещения и романтизма.

**Пьер-Симон, маркиз де Лаплас** ( 23 марта 1749 — 5 марта 1827) — французский математик, механик, физик и астроном; известен работами в области небесной механики, дифференциальных уравнений, один из создателей теории вероятностей.



# Развитие представлений о происхождении Солнечной системы

К настоящему времени известны многие гипотезы о происхождении Солнечной системы, в том числе предложенные независимо немецким философом **И. Кантом** и французским математиком и физиком **П. Лапласом**:

1. Точка зрения И. Канта заключалась в эволюционном развитии холодной пылевой туманности, входе которого сначала возникло центральное массивное тело – Солнце, а потом родились и планеты.
2. П. Лаплас считал первоначальную туманность газовой и очень горячей, находящейся в состоянии быстрого вращения. Сжимаясь под действием силы всемирного тяготения, туманность вследствие закона сохранения момента импульса вращалась все быстрее и быстрее. Под действием больших центробежных сил от него последовательно отделялись кольца, превращаясь в результате охлаждения и конденсации в планеты.



Несмотря на такое различие между двумя рассматриваемыми гипотезами, обе они исходят от одной идеи – Солнечная система возникла в результате закономерного развития туманности. И поэтому такую идею иногда называют гипотезой Канта–Лапласа.

# Иллюстрация гипотезы Канта-Лапласа



← горячее газовое облако

← этапы распада облака на  
фрагменты(2)

← Солнечная система

Английский астроном **Хойл** утверждает, что Солнце в момент рождения представляло собой сгусток газопылевой туманности, в котором существовало магнитное поле. Вначале он вращался с большой скоростью, а позже из-за влияния магнитного поля его вращение начало снижаться.

Сэр **Фред Хойл** (24 июня 1915 — 20 августа 2001) — известный британский астроном и космолог. Член Лондонского королевского общества, иностранный член Национальной академии наук США. Автор нескольких научно-фантастических романов.



Гипотеза **Джинса** – формирование системы произошло в результате катастрофы. Солнце столкнулось с другой звездой, в результате часть выброшенного в космическое пространство вещества конденсировалось и образовало планеты.

**Джеймс Хопвуд Джинс** (11 сентября 1877, Лондон, Великобритания — 16 сентября 1946, Доркинг, Великобритания) — британский физик-теоретик, астроном, математик. Член Лондонского королевского общества.



Согласно современным представлениям, планеты солнечной системы образовались из **ХОЛОДНОГО ГАЗОПЫЛЕВОГО ОБЛАКА** (рис. см. далее), окружавшего Солнце миллиарды лет назад. Такая точка зрения наиболее последовательно отражена в гипотезе российского ученого, академика **О.Ю.**

**Отто Юльевич Шмидт** (30 сентября 1891 г., [Могилёв, Беларусь](#) - 7 сентября 1956 г, Москва) — советский математик, географ, геофизик, астроном, организатор книгоиздания и реформы системы образования. Исследователь Памира, исследователь Севера. Профессор. Академик АН СССР, АН УССР, Герой Советского Союза.

















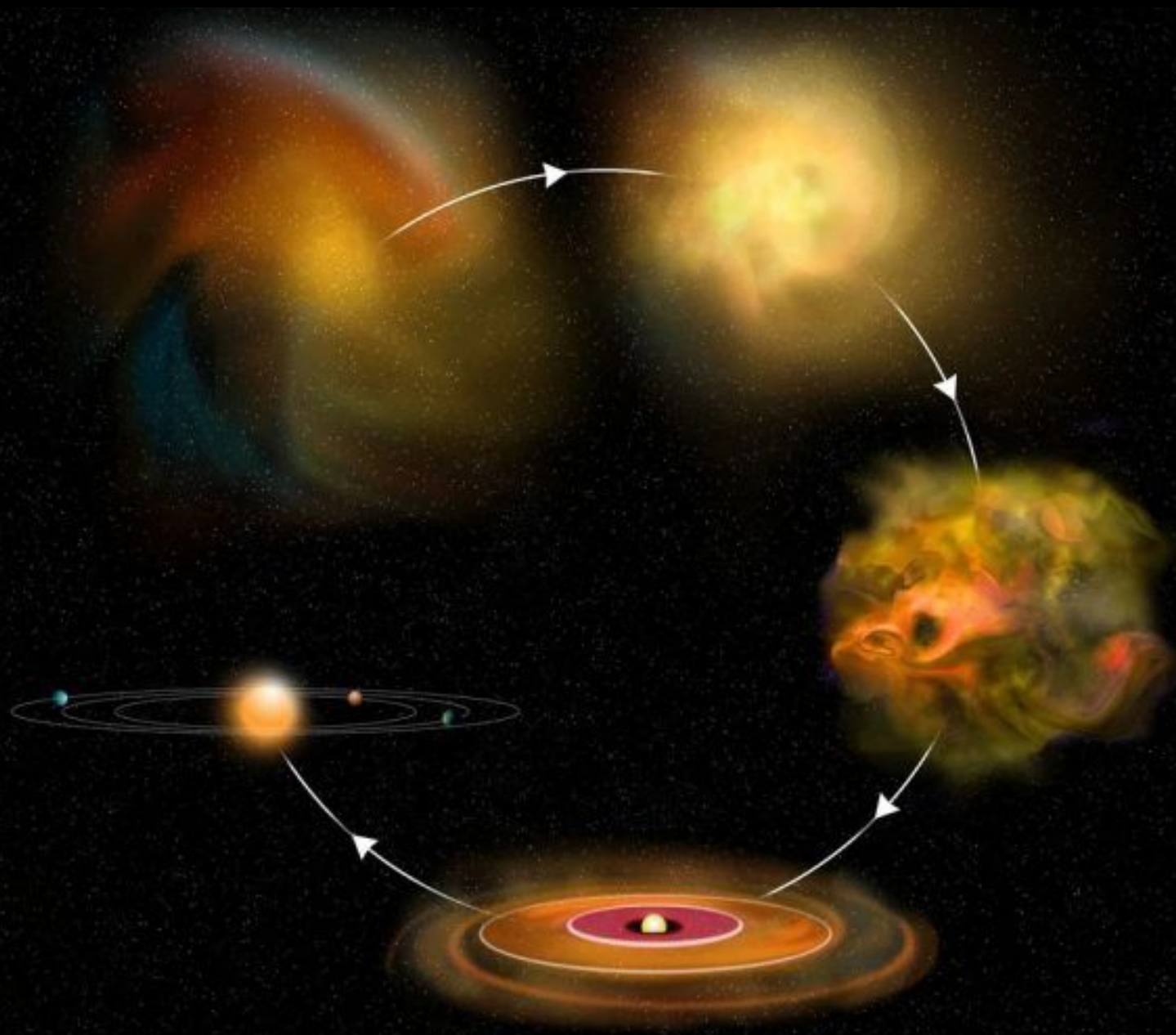




# Стадии образования Солнечной системы

Основная теория предполагает, что на месте нынешней Солнечной системы **5 млрд. лет** тому назад существовало **гигантское облако из газов и пыли**. Оно имело огромные размеры, и было растянуто в пространстве на 6 млрд. км.

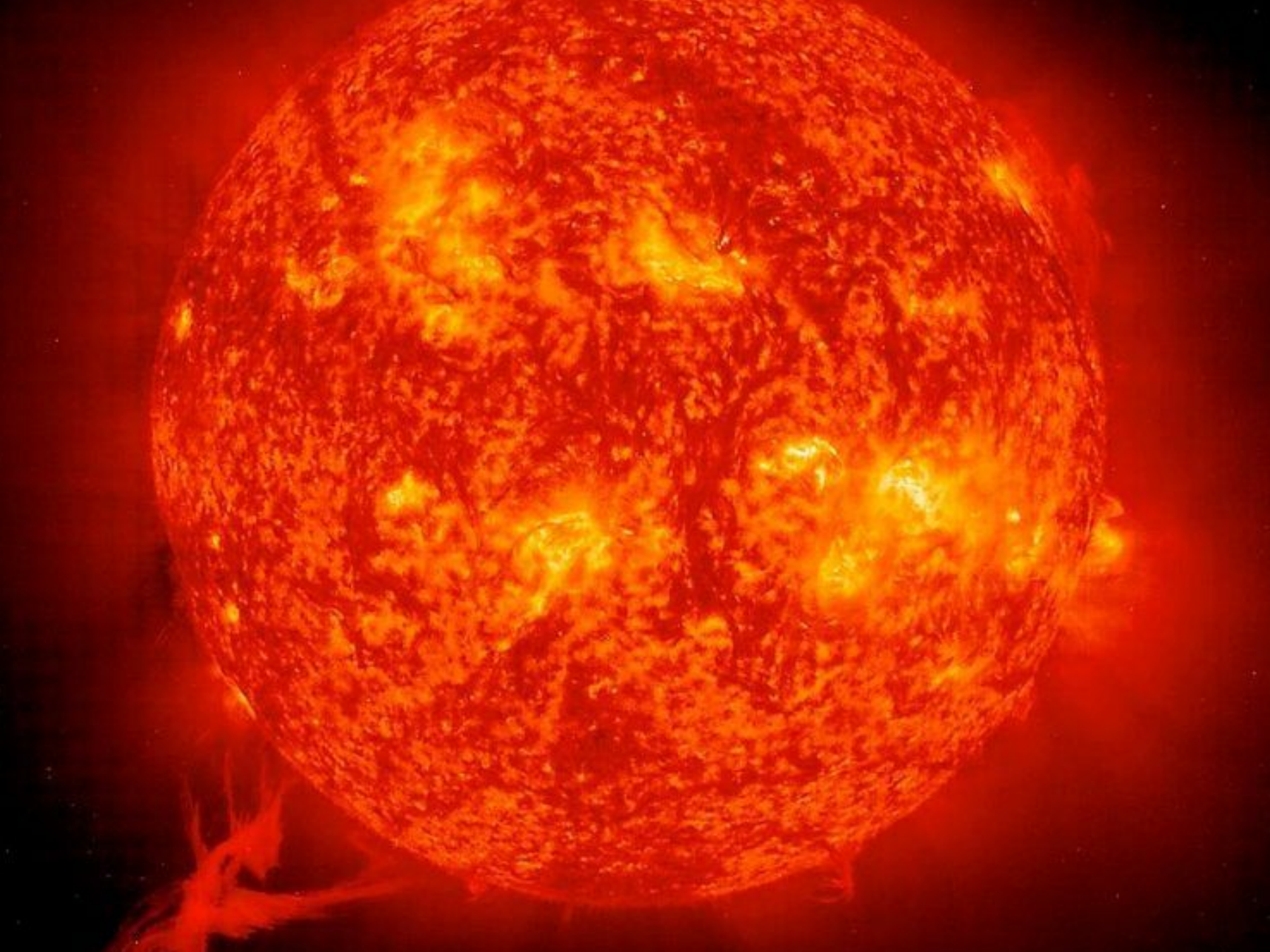
Аналогичные пылевые облака существуют во многих уголках необъятной Вселенной. Их основная масса состоит из водорода. Это тот газ, из которого первоначально образуются звёзды. Затем, в результате термоядерной реакции, начинает выделяться инертный газ **гелий**. На долю остальных веществ приходится всего 2%.





# Образование Солнца

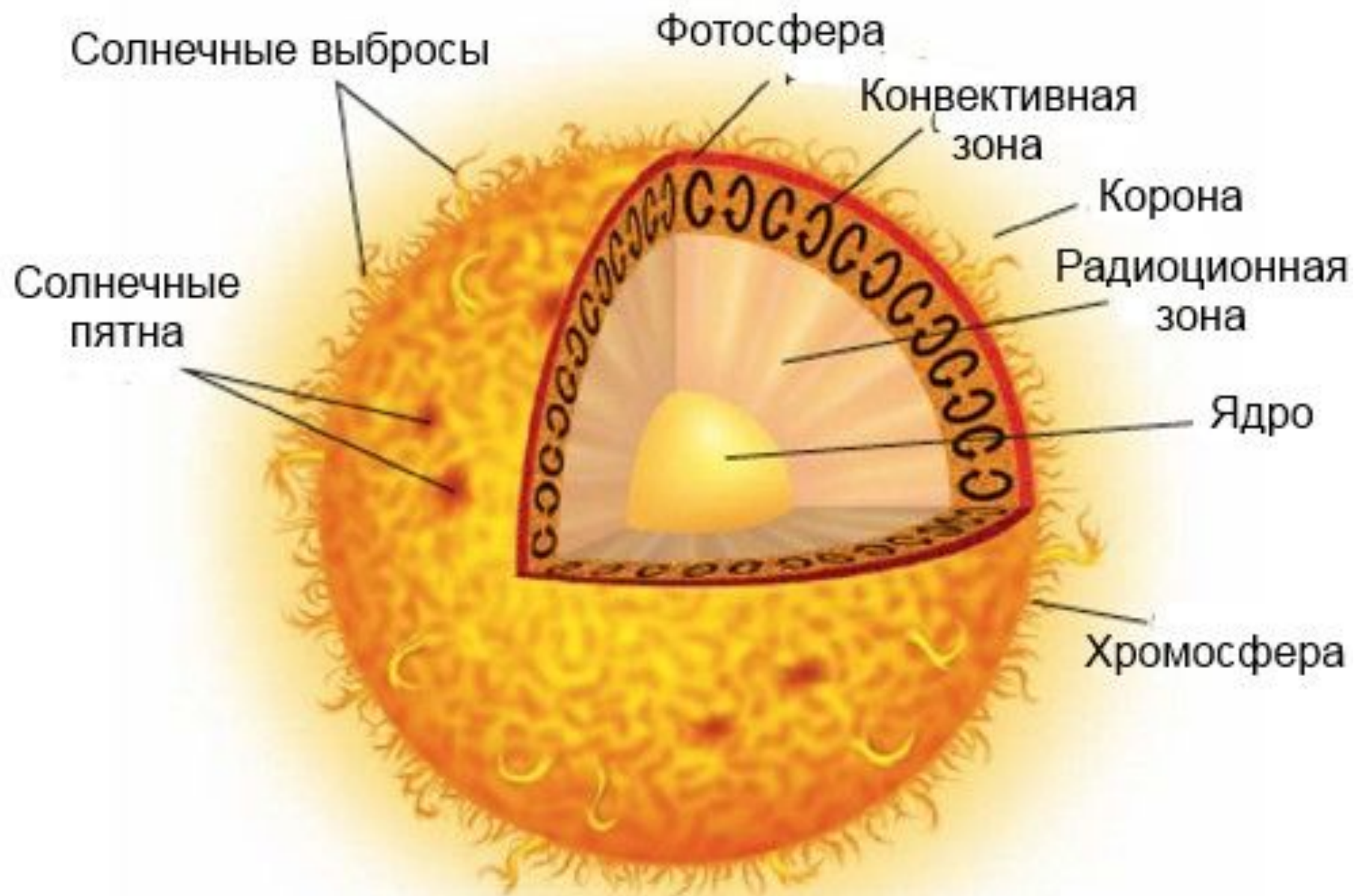




В какой-то момент пылевое облако получило внешний мощный импульс, представляющий собой огромный выброс энергии. Это могла быть ударная волна, сгенерированная (созданная, порожденная) взрывом сверхновой звезды. А возможно, что внешнего воздействия и не было. Просто за счёт закона притяжения облако стало уменьшаться в объёме и уплотняться.



Данный процесс дал толчок **гравитационному коллапсу**. То есть произошло быстрое сжатие космической массы. В результате этого в центре **возникло раскалённое ядро** с очень высокой плотностью. Вся остальная масса рассосредоточилась по краям ядра. А так как в космосе всё вращается вокруг своей оси, то эта **масса приобрела форму диска**.



# Солнце

**11 лет**

Цикл солнечной активности, то есть нарастания и убывания числа пятен и вспышек. На пике активности Солнце меняет полярность магнитных полюсов. Механизм этого до сих пор не понятен.

**4,6 млрд лет**

Возраст Солнца

**1 млн**

Таких планет, как Земля, могут уместиться внутри Солнца

**20**

Таких планет, как Земля, поместятся в больших солнечных вспышках.

**8**

Минут идет свет от Солнца до Земли

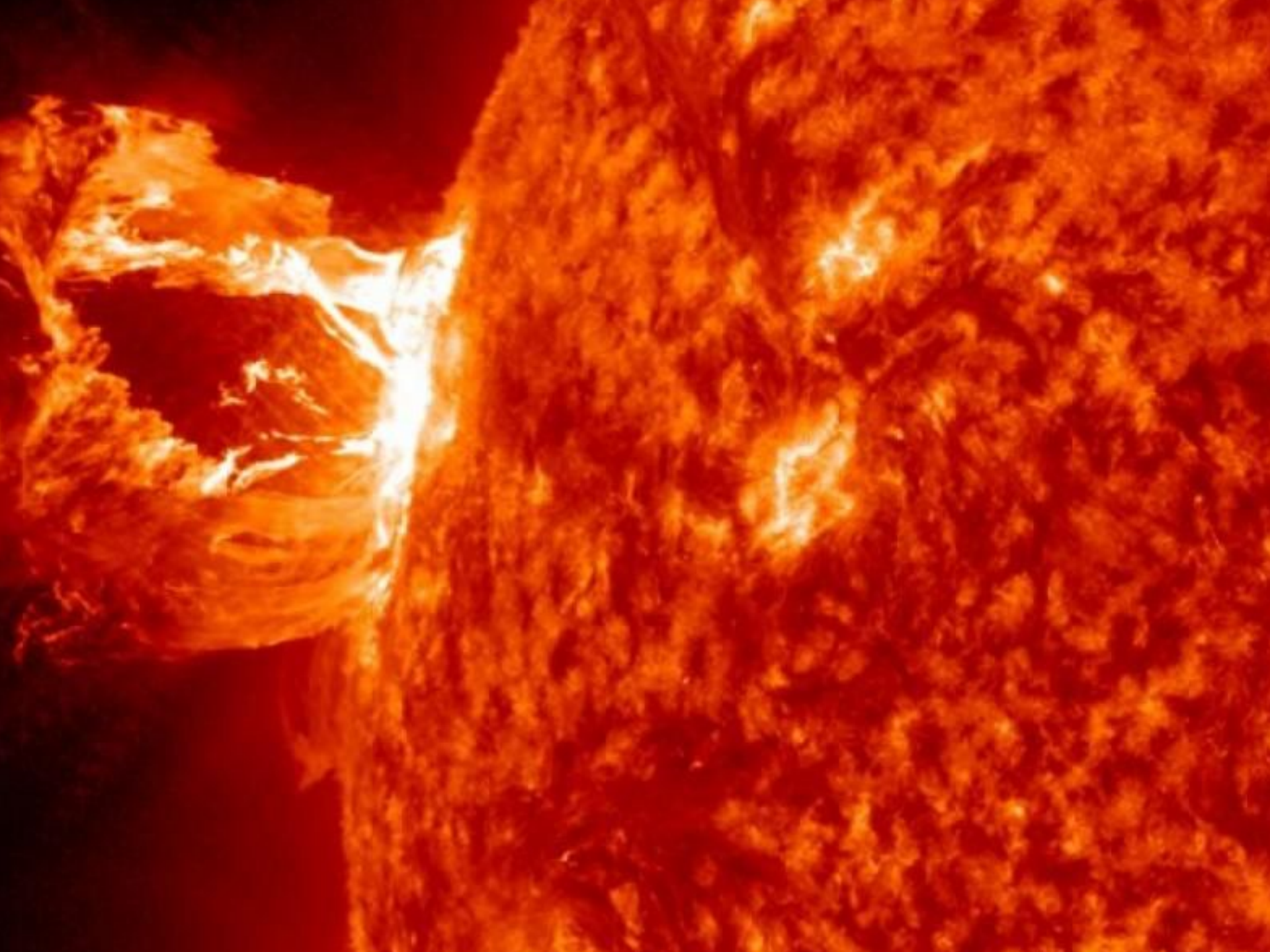
**70 %**

Массы Солнца составляет водород, еще 28% - Гелий и только 2% - тяжелые элементы.

**26 дней**

Период обращения Солнца вокруг своей оси (на экваторе, у полюсов быстрее, поскольку солнечное вещество вращается слоями)





**Ядро** уменьшалось в размере, увеличивая свою температуру и плотность. В результате оно трансформировалось в **протозвезду**. А газовое облако вокруг ядра всё больше уплотнялось, пока в ядре температура и давление достигли критической величины. Это спровоцировало начало термоядерной реакции, и **водород начал превращаться в гелий**.

**Термоядерная реакция** — разновидность ядерной реакции, при которой лёгкие атомные ядра объединяются в более тяжёлые за счёт кинетической энергии их теплового движения; реакция слияния (синтеза) лёгких ядер, протекающие при высоких температурах. Эта реакция обычно идёт с выделением энергии.



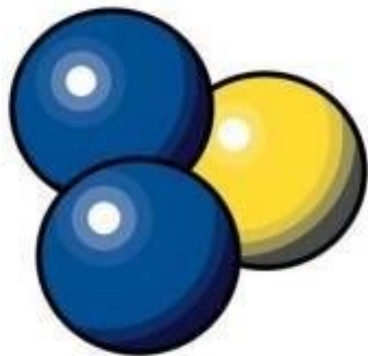
Дейтерий



Нейтрон



Тритий



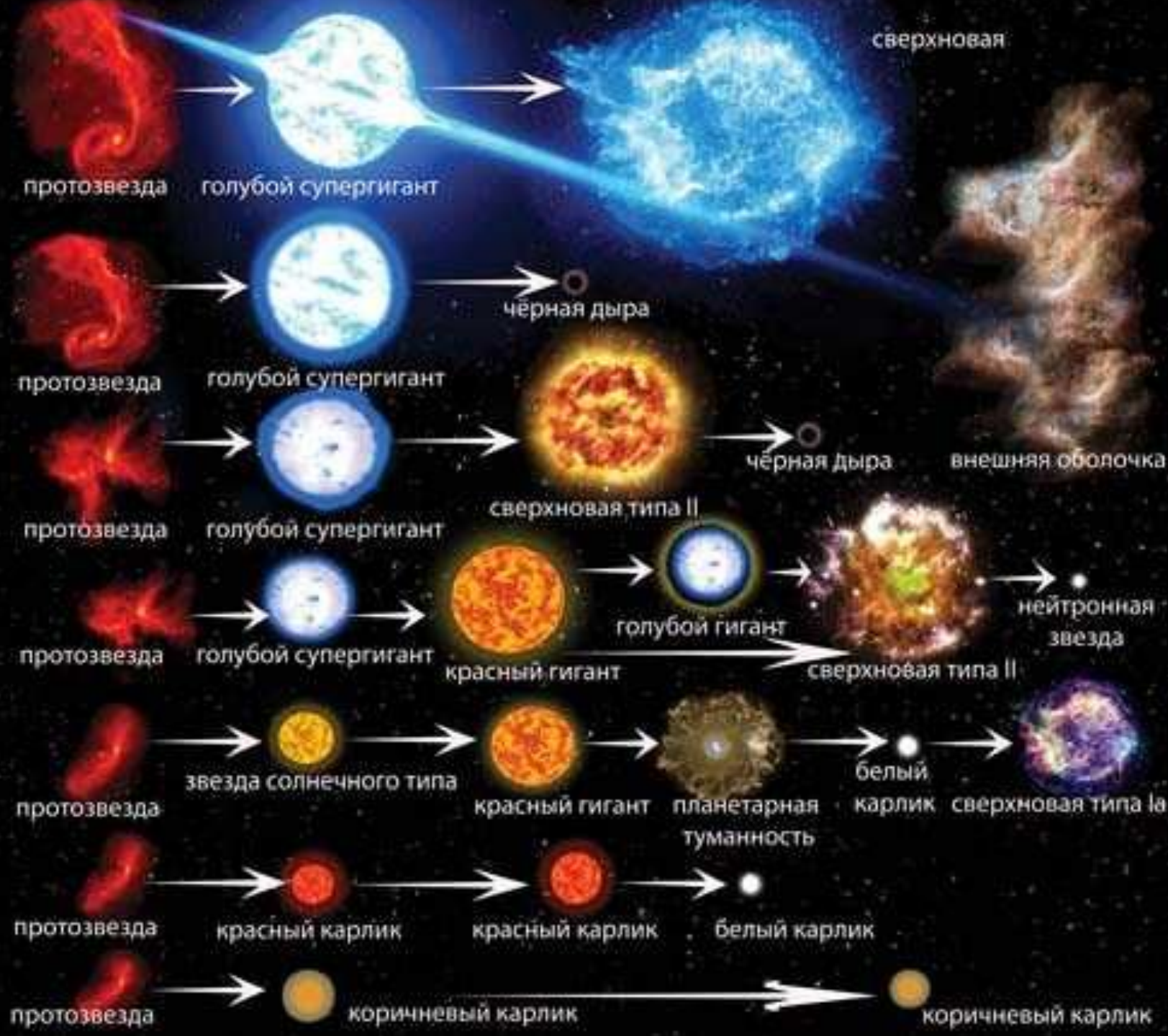
Энергия

Термоядерная  
реакция



Гелий

**Протозвезда** — звезда на завершающем этапе своего формирования. Точные границы этого понятия размыты, а сами протозвёзды могут иметь совершенно разные характеристики.



### HOPS 383: A deeply embedded protostar in outburst

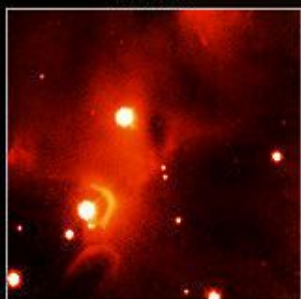
KPNO, 2000



Spitzer, 2004



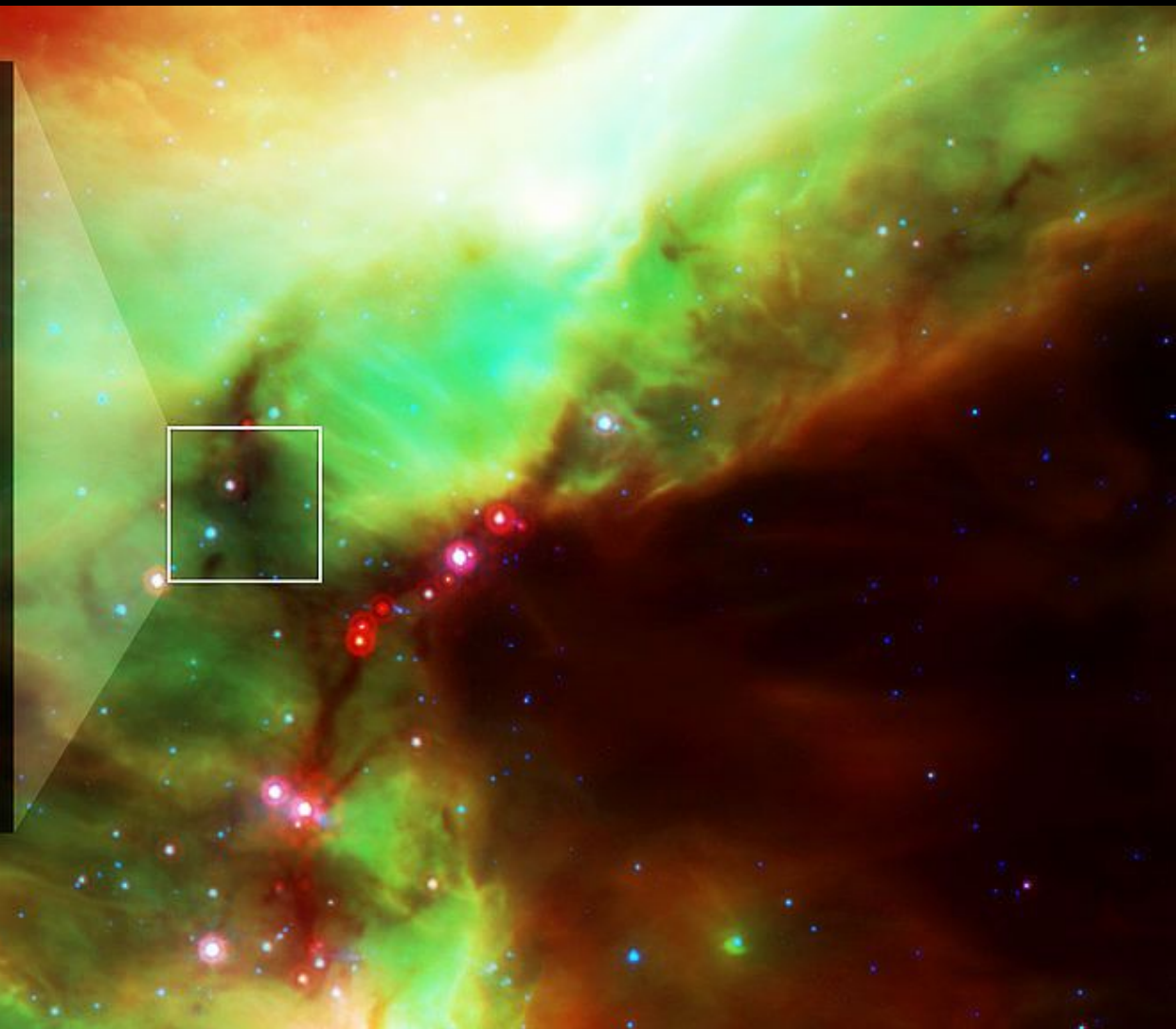
KPNO, 2009



Spitzer, 2008



1 arcminute













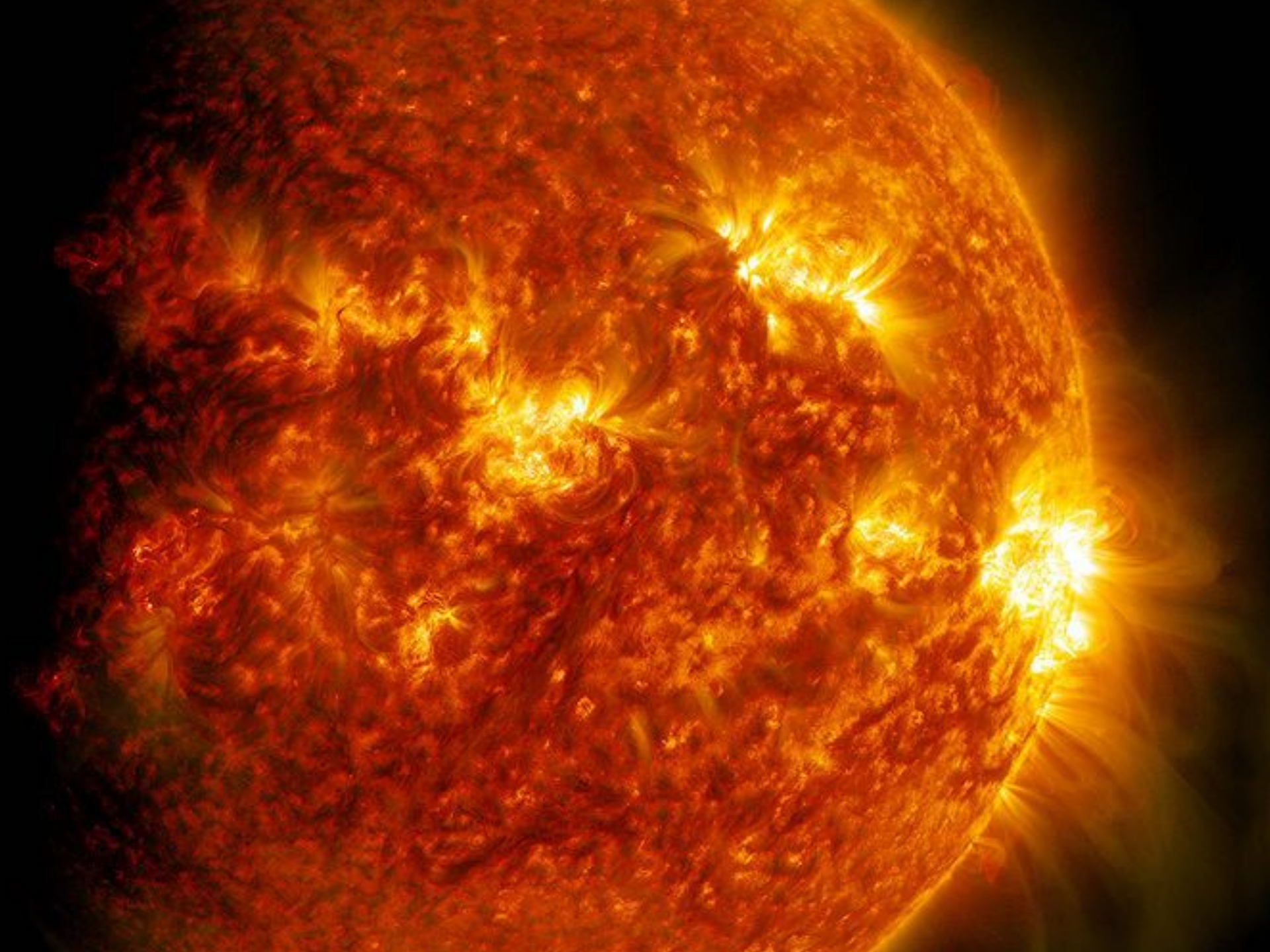




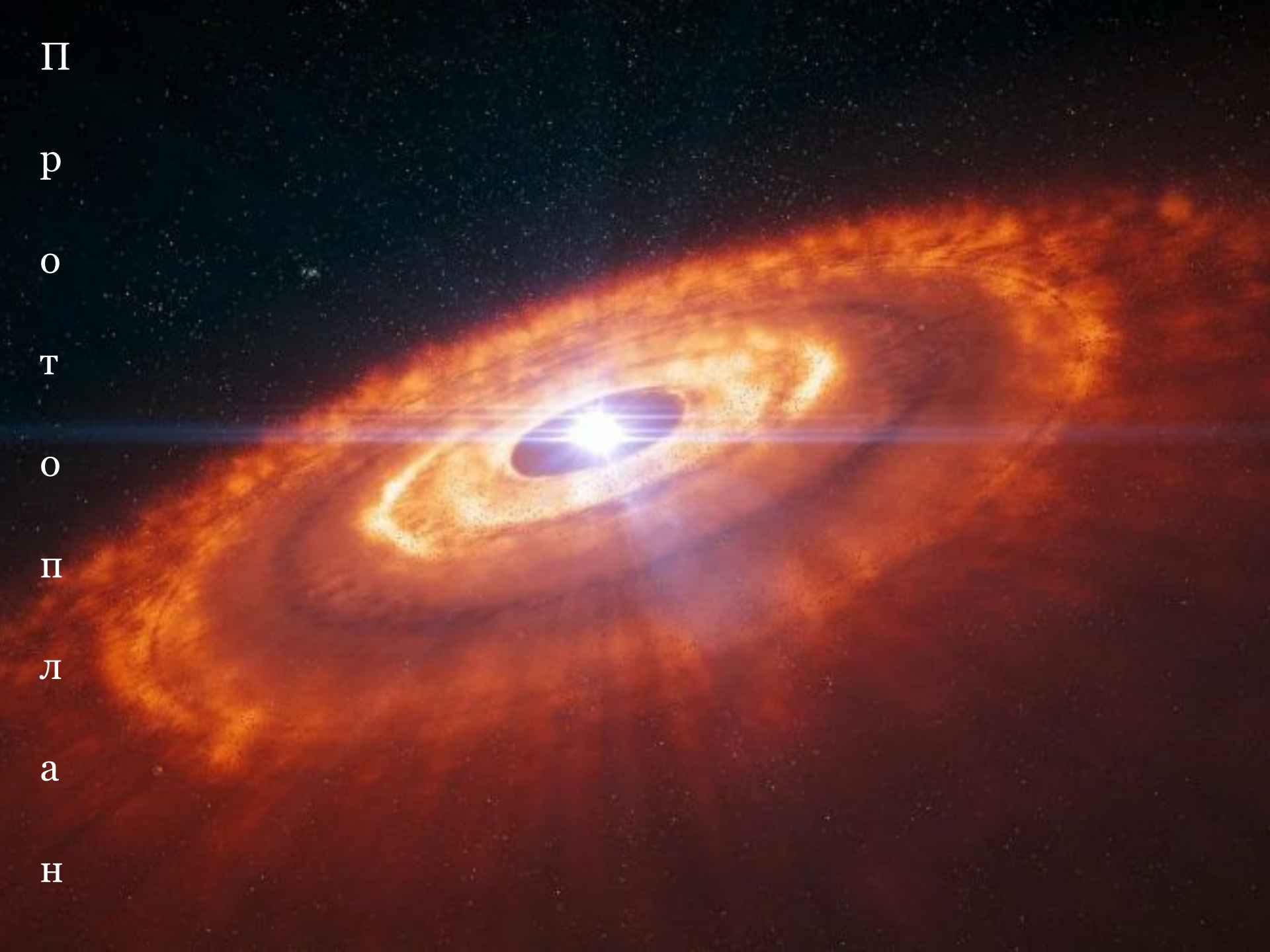


С момента формирования туманности до запуска в протозвезде термоядерных реакций проходит в среднем 100 000 лет.

Протозвезда перестала существовать, а вместо неё возникла звезда под названием **Солнце**.



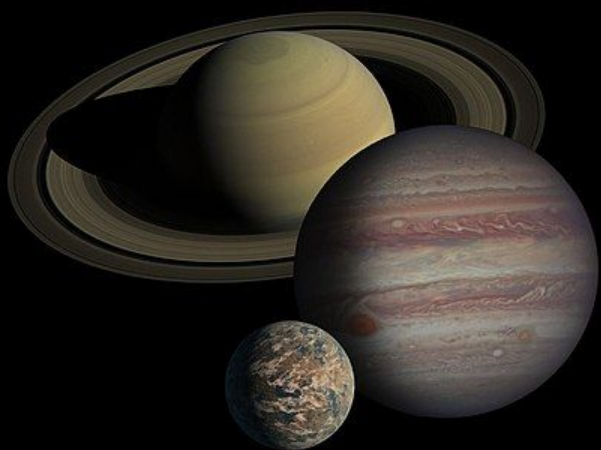
П  
р  
о  
т  
о  
п  
л  
а  
н



Новая звезда еще очень мала – она находится в стадии **коричневого карлика**. Она в течение нескольких сотен миллионов лет превращается в звезду солнцеподобного типа.

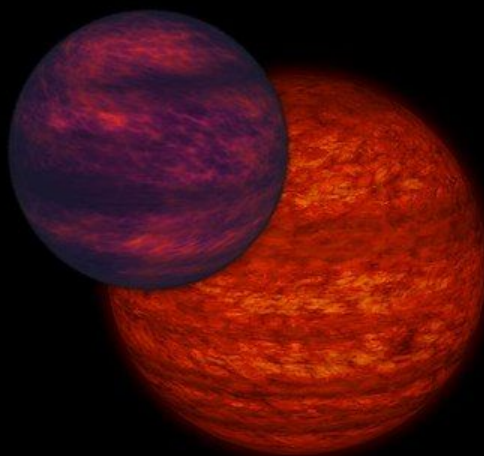
**Коричневые карлики** — космические тела с массой 1–8% солнечной. Они слишком массивны для планет, гравитационное сжатие делает возможным термоядерные реакции с участием «легкогорючих» элементов. Но для «зажигания» водорода их масса недостаточна, и поэтому, в отличие от полноценных звезд, светят коричневые карлики недолго.

## Planets & Exoplanets



Up to ~13x  
Jupiter's mass

## Brown Dwarfs



~13x to 80x  
Jupiter's mass

## Stars

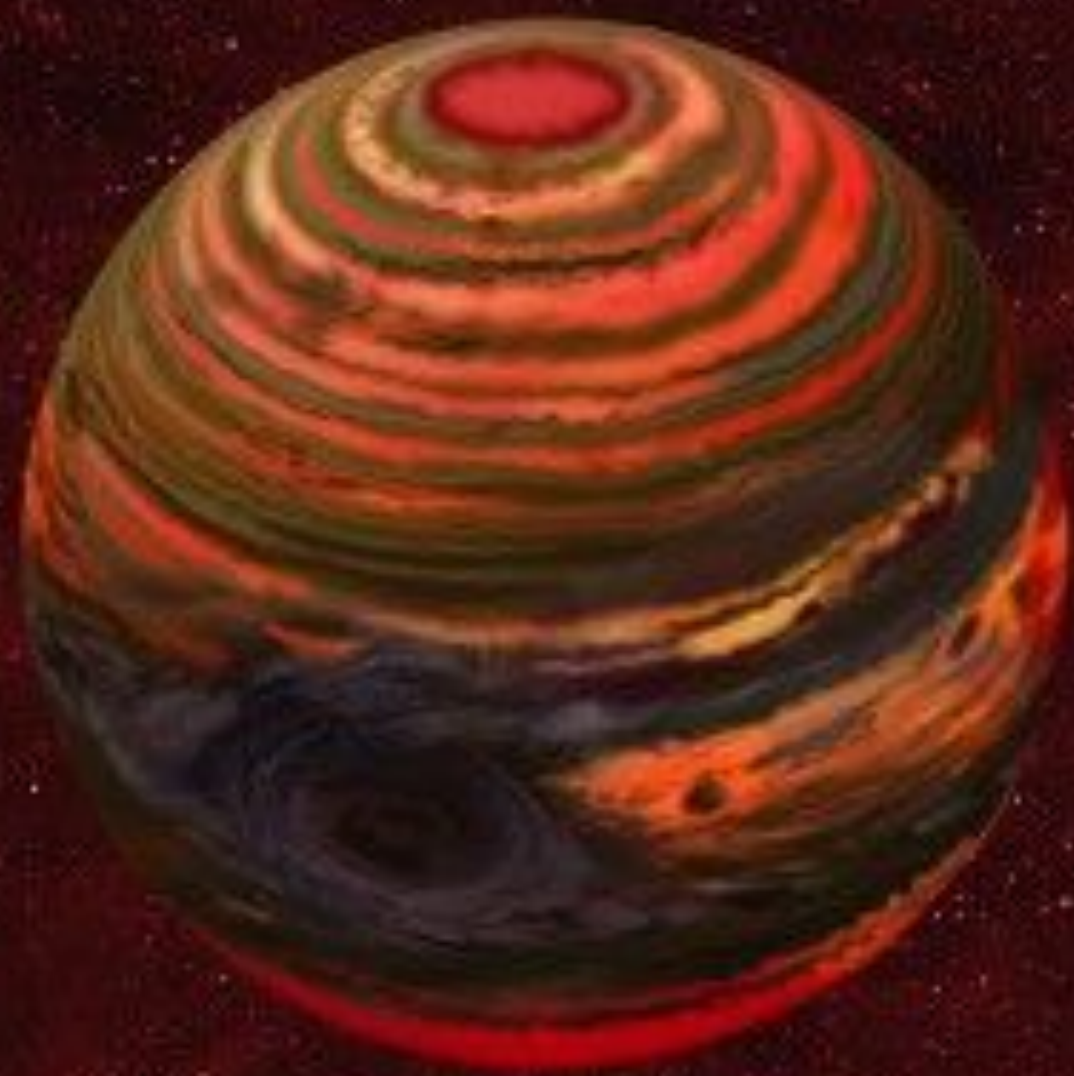
(Fueled by Nuclear Fusion)

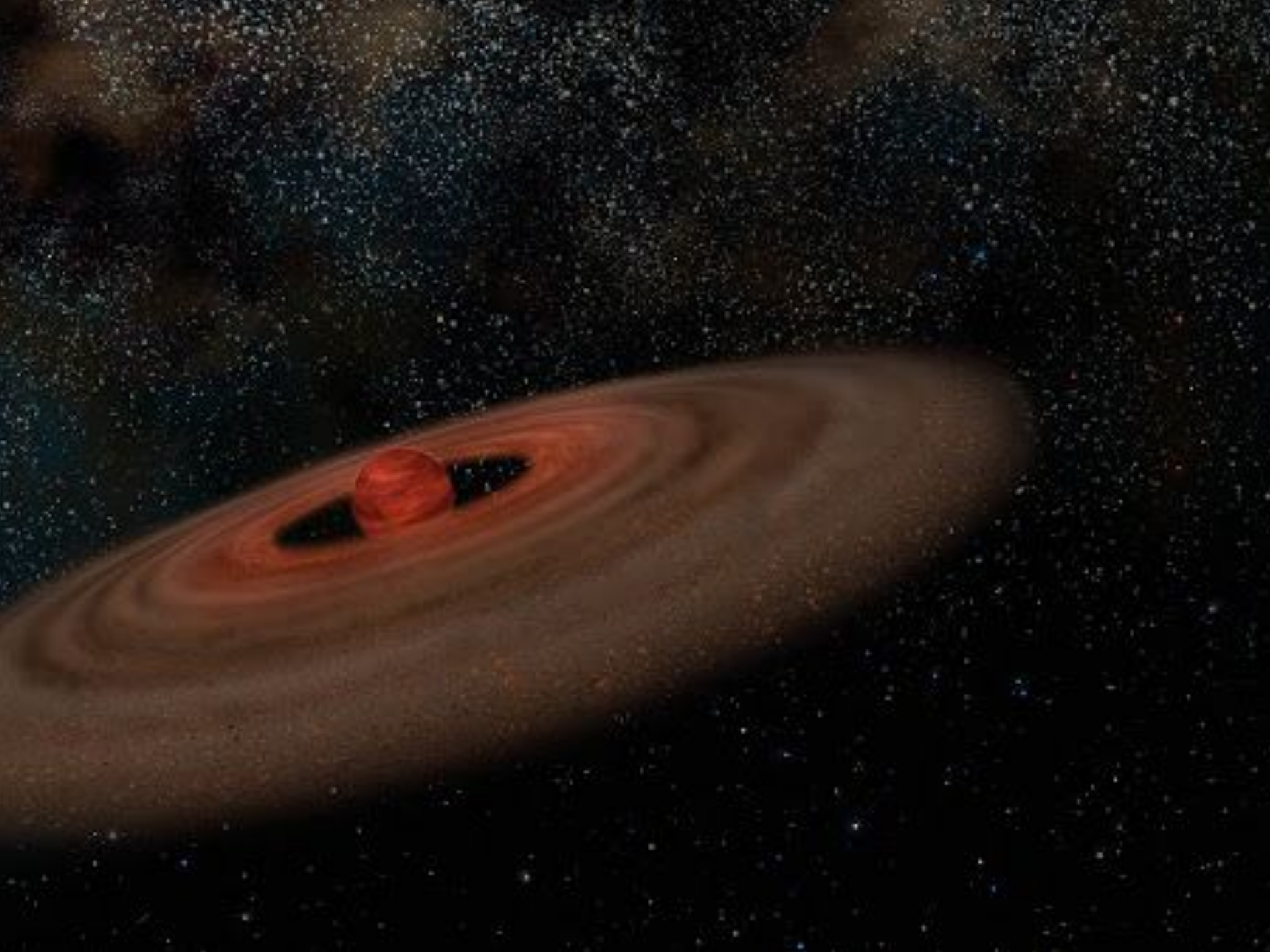


Over ~80x  
Jupiter's mass







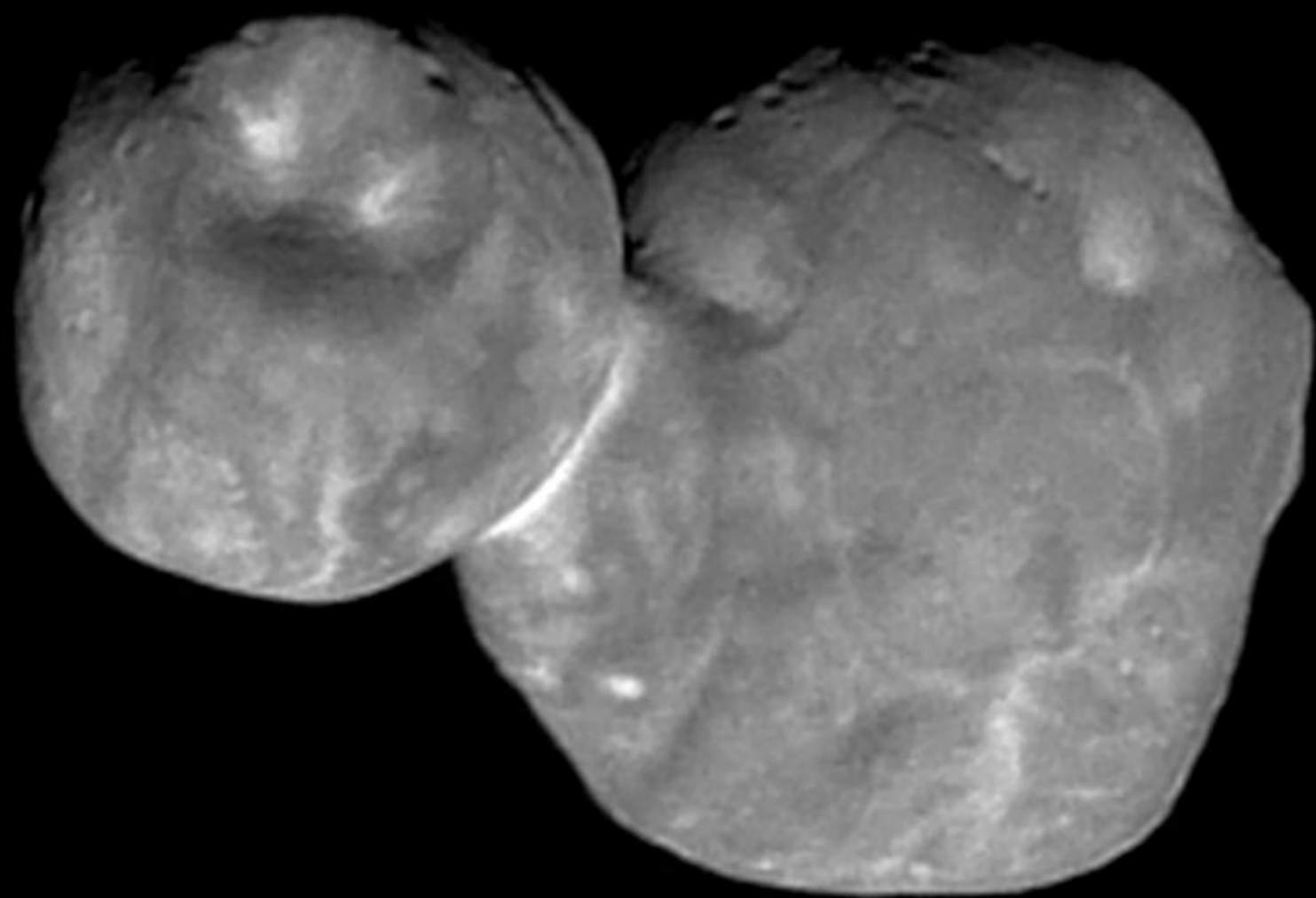


После того, как значительная часть массы протозвездной туманности сформировало звезду, вокруг нее образуется протопланетный диск.

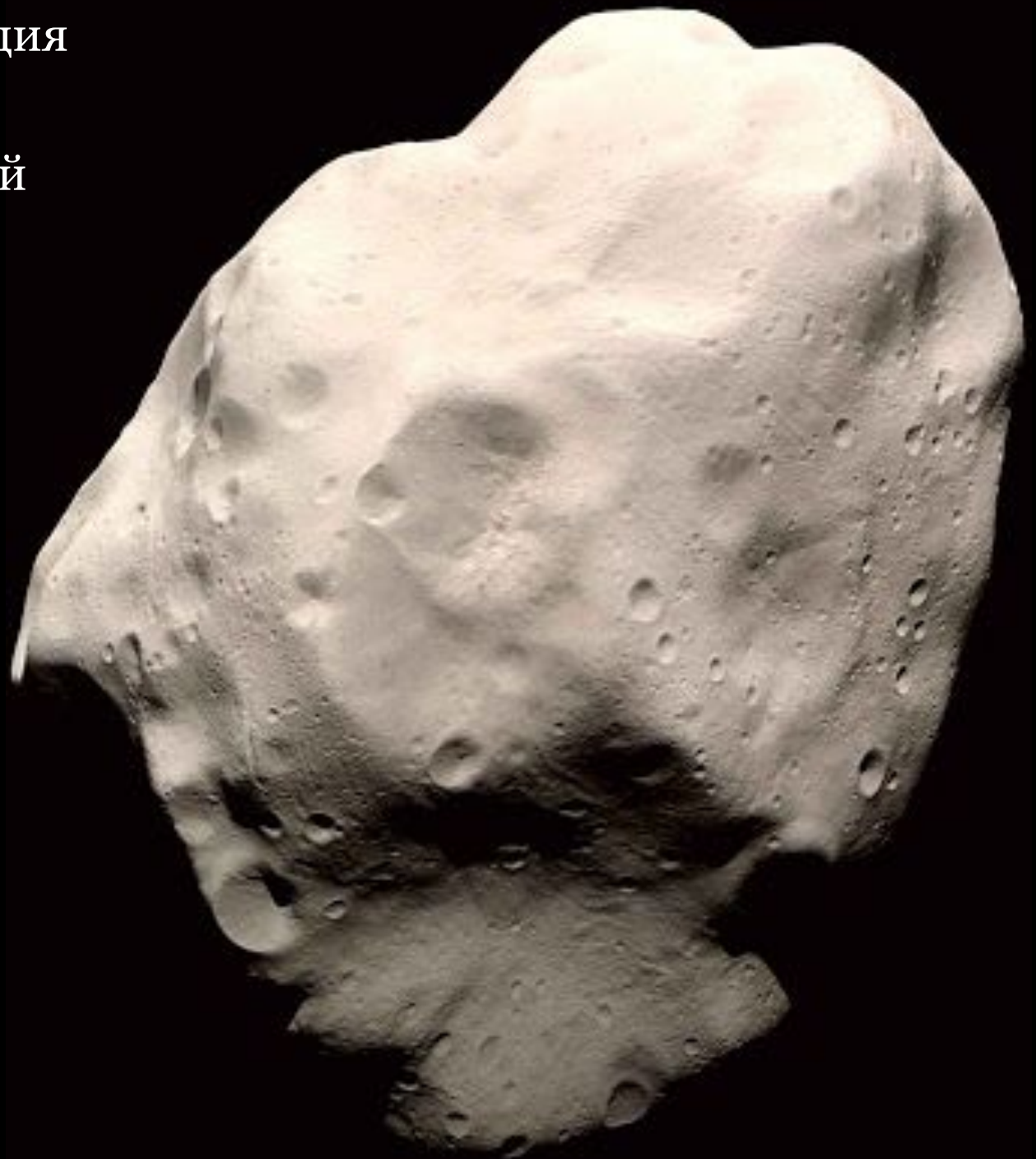
Постепенно молодая звезда и окружающее ее пространство остывает, что приводит к конденсации летучих веществ. Формируются пылевые частички, начинающие слипаться между собой. Так постепенно образуются **планетазимали** – «кирпичики» диаметром не более 1 км, из которых строятся планеты.

**Планетезималь** — небесное тело на орбите вокруг протозвезды, образующееся в результате постепенного приращения более мелких тел, состоящих из частиц пыли протопланетного диска. Непрерывно притягивая к себе новый материал и накапливая массу, планетезимали формируют более крупное тело.





Астероид Лютеция  
оказался  
несформированной  
планетой







# Формирование планет земной группы



# Планеты земной группы



Меркурий



Венера



Земля



Марс

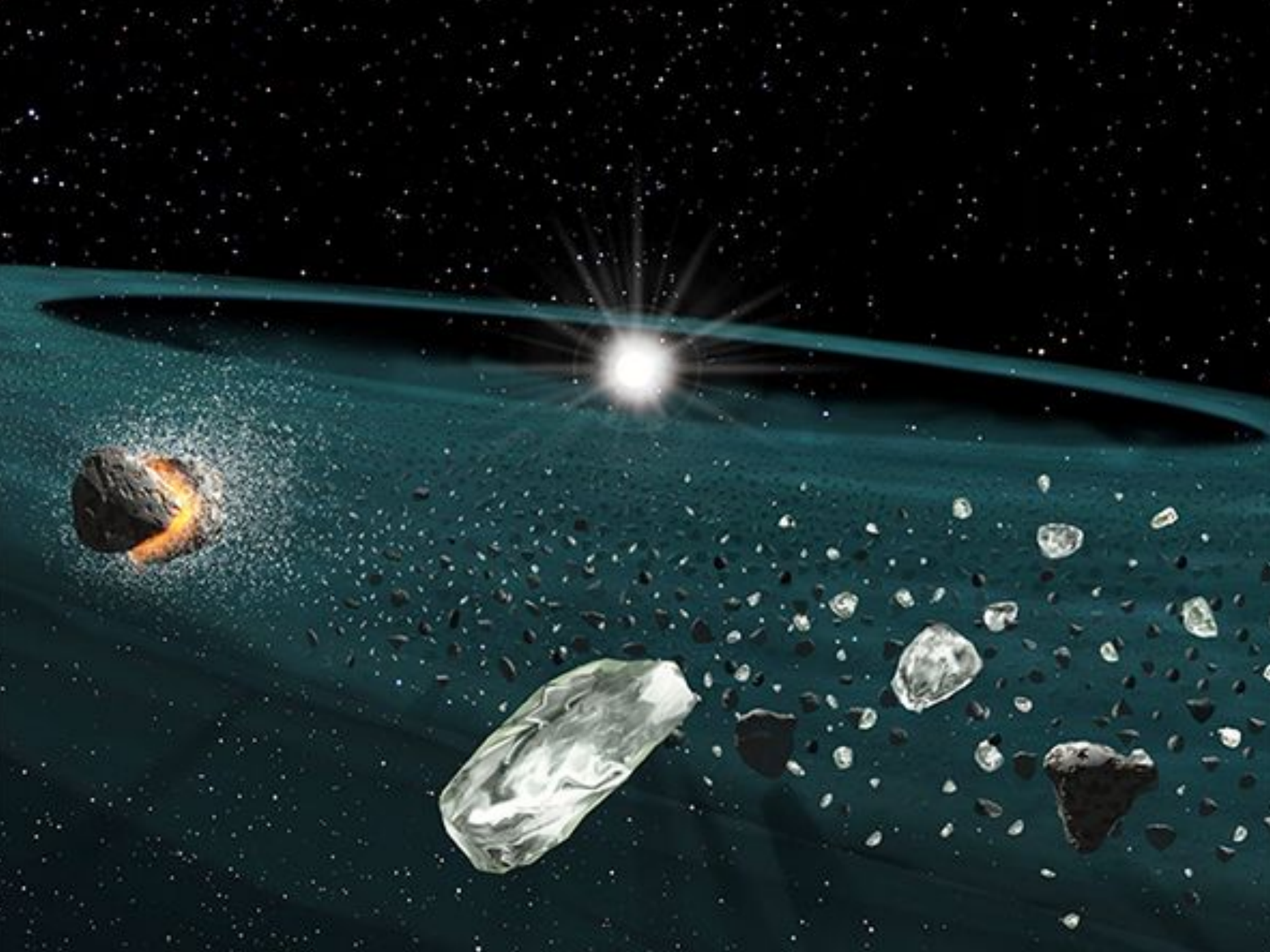
А вот далее пошёл другой процесс. Газопылевые облака, вращающиеся вокруг Солнца, стали стягиваться в плотные кольца.

Планеты внутренней группы сформировались в тех областях протопланетного диска, где температура слишком высока для существования частиц льда и газа в диком состоянии. Поэтому эти объекты построены преимущественно из термоустойчивых горных пород.

Планетазимали вначале быстро приращивают массу, достигая диаметра более километра. Далее крупные фрагменты притягивают к себе более мелкие, пока запас планетазималей в диске не окажется полностью исчерпан. Наступает стадия окончательного формирования Солнечной системы и приобретения ее телами определенной орбиты.

Весь процесс возникновения планеты внутренней группы занял от **10 до 100 миллионов лет**.

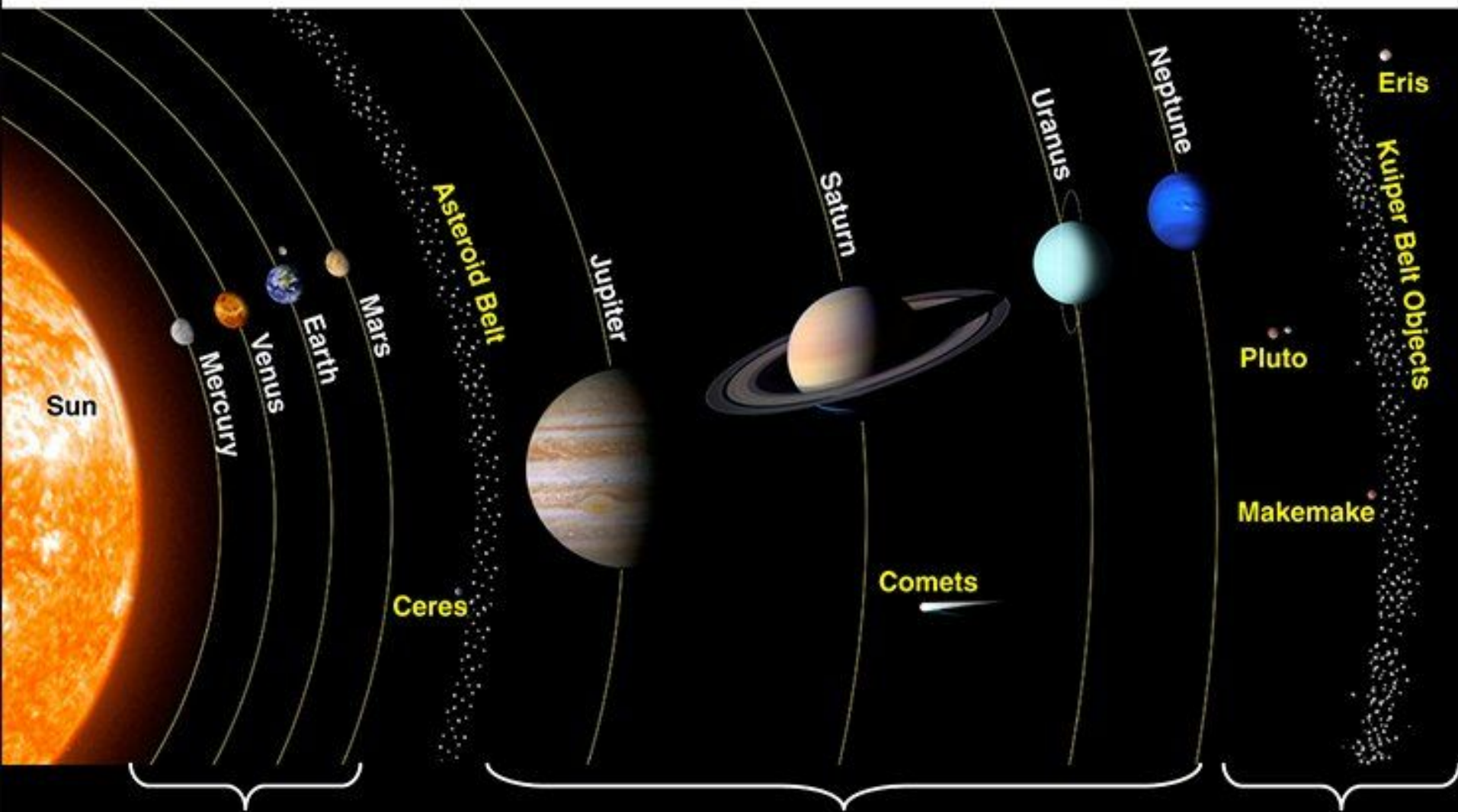
Выражаясь совсем просто, можно сказать, что с ближайших ядер звезда «сдула» газовые оболочки. Так образовались маленькие планеты, вращающиеся рядом с Солнцем. Это Меркурий, Венера, Земля и Марс.







# Солнечная система



Планеты  
земной группы

Планеты-гиганты

Транснептуновые  
объекты

A composite image of celestial bodies. On the left, a large gas giant with orange and white bands is partially visible. In the center and right, four moons of various colors (yellow, brown, grey, and dark grey) are arranged in a cluster. The background is a dark space filled with numerous small stars.

# Возникновение газовых гигантов

# Планеты - гиганты



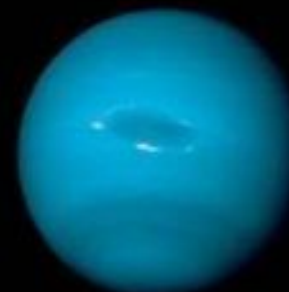
Юпитер



Сатурн



Уран



Нептун

Формирование газовых гигантов, к которым относятся **Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун**, более сложный процесс.

До момента образования крупных планетазималей их развитие подобно планетам земного типа. Но в их составе содержатся частицы льда, и они наращивают свою массу путем аккреции газа из протопланетного диска. Это возможно, т.к. во внешней области будущей звездной системы температуры относительно невысоки.

Процесс сбора газа занимает несколько миллионов лет до истощения газовых запасов диска.

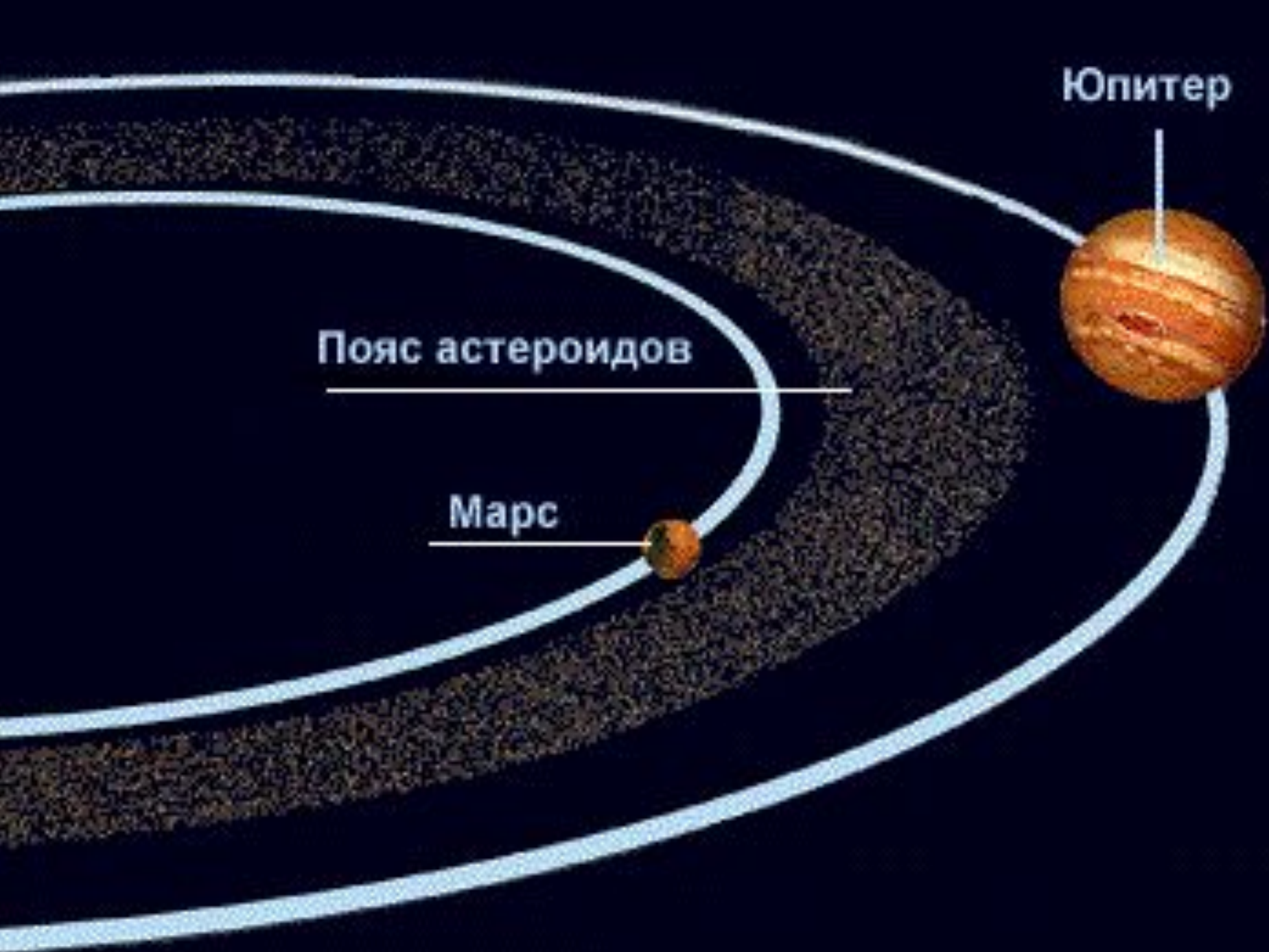
Формирование газовых гигантов оказывает значительное влияние на количество твердых планет внутри системы. Чем раньше началось образование газовых планет, тем меньше строительного материала останется на формирование землеподобных тел.

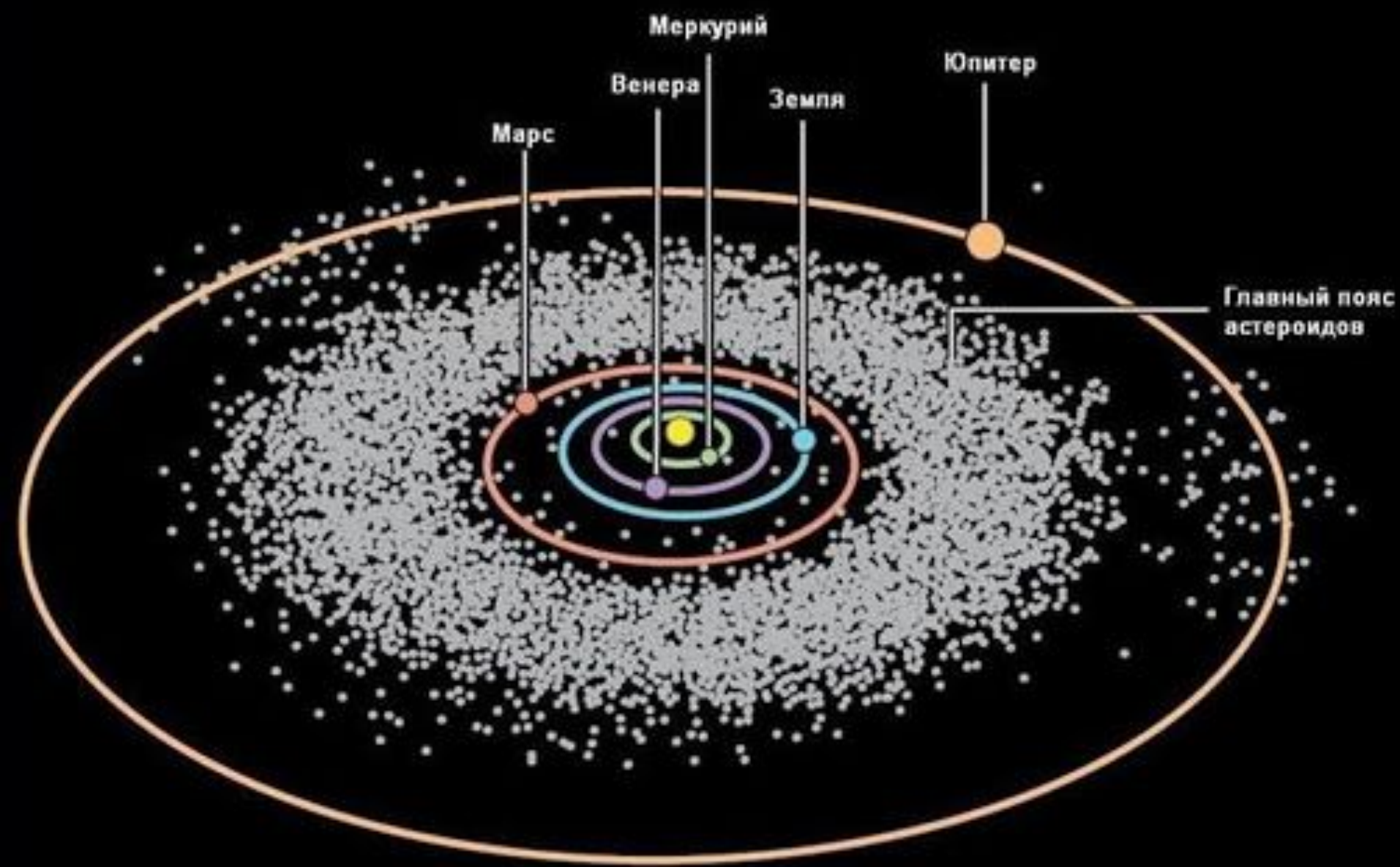
Одной из заключительных стадий эволюции Солнечной системы стало образование **главного пояса астероидов**. Считается, что он образован из «строительного материала», оставшегося после формирования основных планет.

**Главный пояс астероидов** представляет собой скопление астероидов в пространстве между орбитами Марса и Юпитера. Сейчас пояс астероидов имеет довольно маленькую массу (суммарная масса всех астероидов примерно в 25 раз меньше массы Луны), и довольно неоднородную структуру.

**Астероид** — относительно небольшое небесное тело Солнечной системы, движущееся по орбите вокруг Солнца. Астероиды значительно уступают по массе и размерам планетам, имеют неправильную форму и не имеют атмосферы, хотя при этом и у них могут быть спутники. Входят в категорию малых тел Солнечной системы.

**Масса Луны** -  $7,3477 \cdot 10^{22}$  кг 0,0123 или 1/81 земной.









The background of the slide is a rich, golden-brown space scene. In the center, a large, spherical planet is covered in numerous dark, circular impact craters of various sizes. To the right, a larger planet is partially visible, its surface also marked with craters and glowing orange-red spots. In the upper left corner, a ringed planet, similar to Saturn, is shown. The entire scene is set against a dark, star-filled sky with a soft, golden glow emanating from the left side, suggesting a nearby star or nebula. The text is overlaid in a bright yellow, serif font.

# Образование спутников

В дальнейшем произошло возникновение **спутников** вокруг планет.

Естественные спутники образовались у большинства планет Солнечной системы, а также у многих других тел. Так возле Земли появилась **Луна**.

**Спутник** — небесное тело, обращающееся по определённой траектории (орбите) вокруг другого объекта в космическом пространстве под действием гравитации. Различают искусственные и естественные спутники.

Искусственный спутник Земли (ИСЗ) — космический летательный аппарат, вращающийся вокруг Земли по геоцентрической орбите.

Геоцентрическая орбита — траектория движения небесного тела по эллиптической траектории вокруг Земли. Один из двух фокусов эллипса, по которому движется небесное тело, совпадает с Землёй.

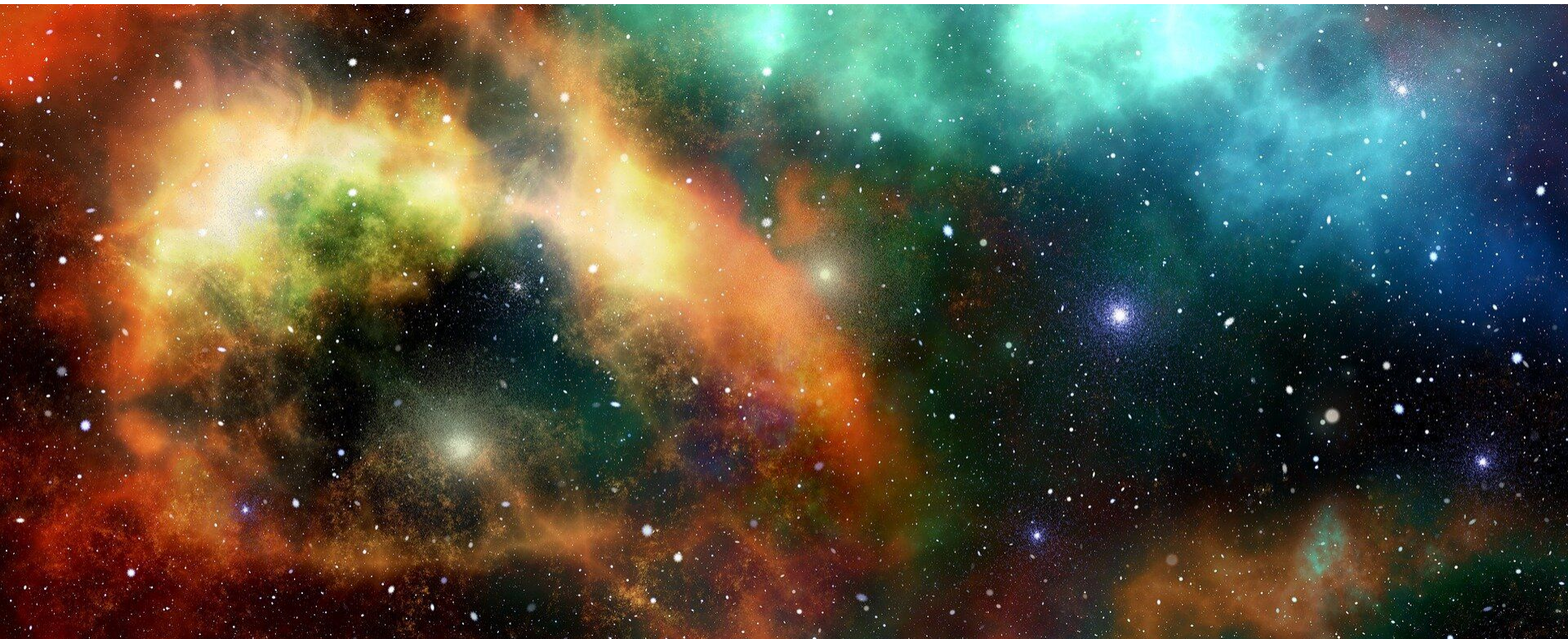


Различают три основных механизма их формирования:

- формирование из около-планетного диска (в случае газовых гигантов);
- формирование из осколков столкновения (в случае достаточно крупного столкновения под малым углом);
- захват пролетающего объекта.

И, в конце концов, образовалось единое космическое сообщество, которое существует по сей день.

Вот таким образом наука объясняет происхождение Солнечной системы. Кстати, данная теория присуща и другим звёздным образованиям, которых в космосе бесконечное множество.



A dramatic space scene featuring a bright sun in the center, Earth on the right, and a meteor shower streaking across the dark sky. The text is overlaid in the center.

# **Будущее Солнечной системы**

По последним научным данным, Солнечная система является стабильной системой. То есть больших изменений в ближайшее время не стоит ждать. Самые большие изменения будут происходить с изменением состояния Солнца.

Другими словами, не будет претерпевать экстремальных изменений до тех пор, пока Солнце не израсходует запасы водородного топлива. Этот рубеж положит начало переходу Солнца в фазу красного гиганта.

Спустя **1 миллиард лет** из-за увеличения солнечного излучения околозвёздная обитаемая зона Солнечной системы будет смещена за пределы современной земной орбиты.



# В настоящее

# время

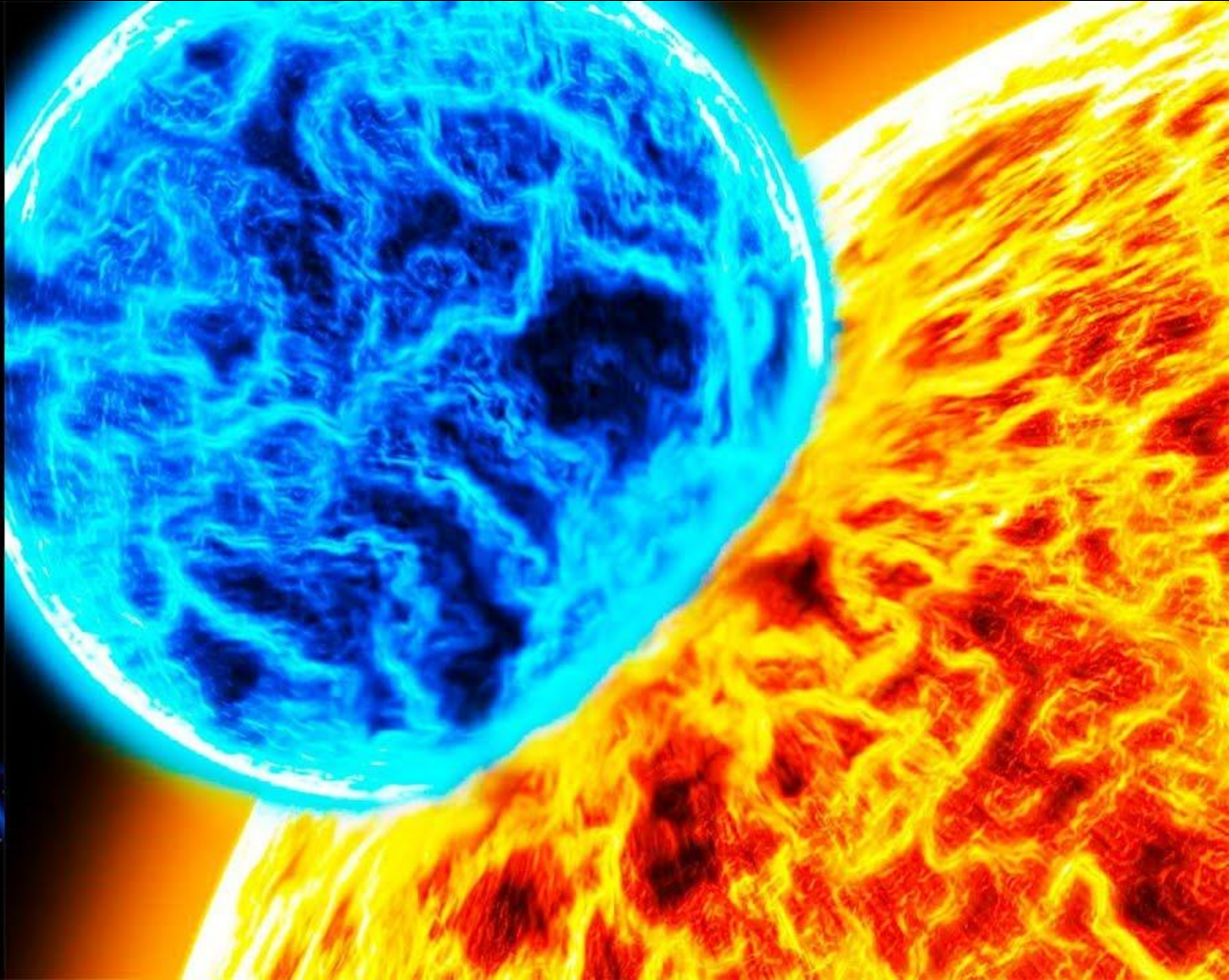



Солнечная система и ее происхождение изучаются во многих известных институтах мира.

Проходящие ежегодно международные конгрессы включают в программу обязательное обсуждение этого вопроса, а в дискуссиях уже неоднократно принимали участие ведущие российские специалисты из Геофизического института при Академии наук. Углубленным исследованиям по теме «Солнечная система и ее происхождение» отводится важное место, а средства для их проведения выделяются из государственного бюджета.

Наступит момент, и благодаря неустанным трудам ученых завеса тайны приоткроется, чтобы население Земли смогло узнать еще больше о происхождении нашей удивительной планеты.

M  
S





**КАК ПОЯВИЛАСЬ НАША  
ПЛАНЕТНАЯ СИСТЕМА?**

# Источники

[https://www.factruz.ru/space\\_mistery/origin-solar-system.htm](https://www.factruz.ru/space_mistery/origin-solar-system.htm)

<https://cosmosplanet.ru/solnechnayasistema/proishozhdenie-evolyutsiya-solnechnoj-sistemy.html>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Формирование\\_и\\_эволюция\\_Солнечной\\_системы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Формирование_и_эволюция_Солнечной_системы)

[https://studopedia.ru/5\\_57769\\_proishozhdenie-solnechnoy-sistemi.html](https://studopedia.ru/5_57769_proishozhdenie-solnechnoy-sistemi.html)

[https://fb.ru/article/38099/proishozhdenie-solnechnoy-sistemy\\_i](https://fb.ru/article/38099/proishozhdenie-solnechnoy-sistemy_i)

<https://spaceworlds.ru/solnechnaya-sistema/rozhdenie.html>





**Спасибо  
за внимание!**

<https://asteropa.ru/proisxozhdenie-solnechnoj-sistemy/>