1. Начальный слайд
2. Вводные слова

В XVIII веке была сформулирована первая научная гипотеза о происхождении Солнечной системы. Еще в 1734 году мистик Эмануэль Сведенборг описал происхождение планет и звезд из вещества, исходящего от Солнца. Через 21 год философ Иммануил Кант в своей космогонической теории предположил, что туманные диски, которые видны в телескоп, могут быть планетными системами в стадии формирования. Спустя сорок лет математик, физик и астроном Пьер-Симон Лаплас придал идее Канта научный облик. Первичная туманность должна, по Лапласу, сначала иметь форму вращающегося сферического пылевого шара. По мере ускорения вращения она становилась дискообразной, появлялись полосы, а затем из них формировались планеты. Кольца Сатурна он приводил как зримую иллюстрацию этого процесса.

1. Теория «Отделение материи»

Гипотеза центробежного отделения стала одной из первых весомых научных попыток объяснить происхождение Луны и также вошла в «Большую тройку». Эту теорию выдвинул в 1878 году сын Чарльза Дарвина, астроном и математик Джорж Дарвин. Он предположил, что в ранние годы своего существования Земля вращалась так быстро, что под действием центробежной силы часть материи оторвалась от нее в области экватора, попала на орбиту и образовала Луну. На Земле же в месте «отрыва» появилась огромная полость, которая позже стала бассейном Тихого океана.

Сегодня факты подтверждают, что в ранние годы своего существования наша планета вращалась быстрее, чем сегодня. Однако для того, чтобы сбросить с себя такой большой кусок мантии, Земля должна была совершать один полный оборот вокруг своей оси всего за 2-3 часа, а это для нее было бы слишком. Кроме того, данные геологических исследований указывают на то, что бассейн Тихого океана образовался порядка 70 млн. лет назад. Для появления Луны это чересчур поздно.

1. Теория «Захват»

Теория захвата Луны Землей, еще один экс-участник «Большой тройки», говорит о том, что когда-то спутник был самостоятельной планетой Солнечной системы. В результате неких гравитационных потрясений его орбита приняла форму эллипса и пересеклась с земной. Здесь сила притяжения нашей планеты захватила Луну, и та навсегда потеряла самостоятельность.

На ранних этапах своего существования Солнечная система действительно переживала настоящие гравитационные бури. Возмущение, вызванное формированием Юпитера и его орбитальным резонансом с Сатурном, было так велико, что могло, к примеру, препятствовать формированию еще одной планеты на месте пояса астероидов. Однако даже если подобные силы могли повлиять на молодую планету Луну, вероятность того, что ее не разорвали бы на земной орбите приливные силы, не притянуло бы к Земле или не отбросило бы прочь гравитацией, очень мала. Теория захвата хорошо объясняет высокий момент импульса, но не дает никакого ответа на вопрос, почему земной и лунный грунт так похожи по своему составу.

1. Теория «Испарение вещества»

В 70-е годы XX века на Западе появилась теория, говорившая о том, что Луна — это своего рода конденсат. Сторонники гипотезы утверждали, что Земля сильно разогрелась из-за постоянных космических «бомбардировок», и множество различных веществ с нее испарилось в пространство. Летучие элементы сдул солнечный ветер, а вот их более тяжелые «соседи» со временем образовали спутник.

Гипотеза испарения также хорошо объясняет, почему химический состав лунной коры так похож на состав земной мантии. Однако как быть с высоким моментом импульса и наклоном орбиты? Кроме того, сегодня благодаря исследованиям мы знаем, что наша планета никогда не разогревалась так сильно, чтобы расплавиться целиком.

1. Теория «Совместное формирование»

В советской и современной российской науке господствует теория о том, что Луна и Земля сформировались из общего пылевого облака. Согласно этой точке зрения, зародышу планеты не удалось притянуть к себе все частицы, находившиеся в зоне его досягаемости, и они остались на орбите. В результате вблизи новорожденной Земли появился спутник, состоявший из той же материи, что и планета.

Теория совместного формирования существует довольно давно и входит, в числе прочих, в так называемую «Большую тройку» гипотез происхождения Луны, которые считались основными до полетов «Аполлона». В отличие от двух других вариантов, она сохраняет актуальность до сих пор. Эта теория способна объяснить то, что не объясняет ни одна другая: идентичность породы лунной коры и породы земной мантии по соотношению стабильных изотопов кислорода. Однако если бы Луна, и правда, сформировалась вместе с Землей, ее железо-никелевое ядро не было бы таким миниатюрным. Также теория не дает ответа на вопрос о высоком моменте импульса между Луной и Землей и наклоне лунной орбиты.

1. Теория «Гигантское столкновение» - 1

Сегодня основной версией происхождения Луны считается теория гигантского столкновения. Ученые считают, что наш спутник появился после того, как молодая Земля порядка 4,4 млрд. лет назад столкнулась с другой планетой. Это гипотетическое небесное тело получило неофициальное название Тейя — в честь матери лунной богини Селены в греческой мифологии.

1. Теория «Гигантское столкновение» - 2

Предполагается, что Тейя сформировалась в точке Лагранжа L4 (так называют точки, где тяготение Земли и Солнца формирует гравитационные «колодцы») системы Солнце-Земля и находилась на одной орбите с Землей. Две протопланеты постоянно разделяло определенное расстояние. Однако так продолжалось лишь до тех пор, пока масса Тейи не стала слишком большой. Тогда она перешла на беспорядочную орбиту (например в результате гравитационных возмущений со стороны других планет), стала приближаться к Земле и столкнулась с ней. Удар пришелся по касательной и буквально вывернул нашу планету наизнанку. Часть расплавленной материи выбило на орбиту, где из нее постепенно образовался спутник. Считается, что Тея ударила Землю на более-менее низкой скорости.

Гипотеза хорошо объясняет необычайно высокий момент импульса в системе Земля-Луна — иначе говоря, большое количество вращательного движения, поскольку удар, очевидно, сильно раскрутил планету. Объясним в этом случае и низкий наклон лунной орбиты. Также становится понятно, почему химический состав коры спутника похож на состав земной мантии и почему у Луны такое маленькое ядро. Однако есть в теории и уязвимые места. К их числу можно отнести: отсутствие в лунных образцах ожидаемого процентного содержания летучих элементов, окисей железа или сидерофильных элементов, а также отсутствие доказательств того, что Земля когда-то имела океаны магмы, подразумеваемые этой гипотезой.

1. Теория «Гигантское столкновение» – альтернативная

*Тейя — гипотетическая планета, столкновение которой с Землёй, согласно теории гигантского столкновения, привело к образованию Луны.*

*Согласно теории, Тейя образовалась 4,6 млрд лет назад, как и другие планеты Солнечной системы, и имела сходный с Марсом размер.*

В результате компьютерного моделирования столкновения Тейи с Землёй в Центре изучения космоса и его обитаемости в Берне было сделано предположение, что Тейя была значительно больше Земли по размерам и после столкновения по касательной без значительных потерь своего вещества продолжила движение. Луна образовалась из частей Земли, выброшенных на орбиту в результате столкновения.

1. Особенное в свойствах системы Земля — Луна

Любая рассматриваемая гипотеза образования Луны должна не только соответствовать физическим законам, но и объяснять следующие обстоятельства:

* Средняя плотность Луны составляет 3,3 г/см³, значительно уступая средней плотности Земли — 5,5 г/см³. Причина — у Луны очень маленькое железо-никелевое ядро — оно составляет всего 2-3 % от общей массы спутника. Металлическое ядро Земли составляет около 30 % массы планеты.
* Луна, по сравнению с Землёй, имеет весьма низкое содержание легколетучих элементов, таких, как водород, азот, фтор, инертные газы. И напротив, на Луне наблюдается некоторый излишек относительно тугоплавких элементов, например, титана, урана и тория.
* Породы лунной коры и породы земной коры и мантии практически идентичны по соотношению стабильных изотопов кислорода 16O, 17O, 18O. Для сравнения, метеориты из разных частей Солнечной системы имеют совершенно другие соотношения изотопов кислорода. Такая идентичность свидетельствует о том, что Земля и Луна (или, как минимум, поверхность Луны) сформировались из одного слоя планетезималей — на одинаковом расстоянии от Солнца.
* Луна имеет мощную прочную кору толщиной в 60-80 километров (в несколько раз толще земной коры), образованную из анортозитовых пород — продуктов плавления лунной мантии. Поэтому полагают, что Луна когда-то была нагрета до полного расплавления. Земля, как считается, никогда не была полностью расплавленной.
* Луна и Земля имеют необычно высокое отношение массы спутника к массе планеты, равное 1:81, в сравнении с остальными спутниками планет Солнечной системы. (Выше — только у Харона и Плутона, но последний уже не считается планетой);
* Система Земля—Луна обладает необычно высоким угловым моментом импульса (уступая, опять же, только системе Плутон—Харон).
* Плоскость орбиты Луны (наклон 5° к эклиптике) не совпадает с экваториальной плоскостью Земли (наклон 23,5° к эклиптике).

1. Вопросы

1 – E (5); G (7) – “Гипотеза метеоритной бомбардировки” (2007) и “ Гипотеза многих лун” (1975)

*В 2007 году физик Н. Горькавый опубликовал работу «Образование Луны и двойных астероидов». По ней предполагается, что Земля постепенно теряла свою массу в результате астероидной бомбардировки космическими телами размером в десятки и сотни километров. Эти столкновения забросили часть вещества мантии Земли в космическое пространство, где из него образовалась Луна. Гипотеза объясняет, откуда в лунном материале (и у полюсов Луны) вода, которая, согласно гипотезе гигантского столкновения, должна была выкипеть при мегастолкновении. Также новая гипотеза объясняет другое узкое место теории мегаимпакта: почему после столкновения с Тейей не лишилась воды и Земля, ведь она должна была разогреться до полного выкипания океанов. При ряде малых столкновений такого нагрева планеты быть не могло, и она не могла потерять основную массу воды. Выводы Горькавого в 2014 году были повторены московской группой астрономов, а в 2015 году — и израильской*

2 – D (Тейя)

3 – D (1878)