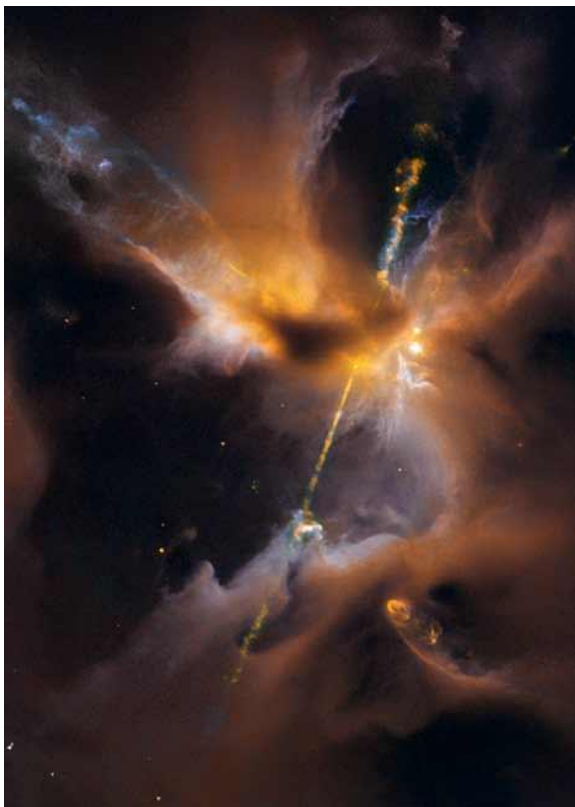


Самое главное в истории Вселенной: с чего все начиналось и что будет после смерти Солнца

(Не все принимать на веру! Восприятие мира современной наукой...)

Солнце зажигается



За то, что наше Солнце зажглось, мы должны благодарить гравитацию. Именно она притягивала материю в центр вращающегося протопланетного диска, формируя там не только сверхгорячую, но и сильно сжатую среду.

Когда вы воздействуете на атомы водорода с помощью огромной температуры и давления, они соединяются друг с другом (сплавляются) и образуют гелий, при этом высвобождается энергия. С первым выбросом энергии засияло наше Солнце.

Молодому Солнцу потребовалось некоторое время, чтобы достичь этой стадии. Прежде чем его ядро стало достаточно горячим и плотным, чтобы началась реакция ядерного синтеза, оно светило благодаря энергии, высвобождаемой в результате гравитационного сжатия.

На этом этапе, когда ему было меньше 10 млн лет, наше молодое Солнце принадлежало к звездам типа Т Тельца. Они названы так в честь молодой звезды в молекулярном облаке Тельца, из которой полярными джетами истекает раздувающаяся материя, разгоняемая магнитными полями.

Незадолго до 50-миллионного дня рождения температура ядра Солнца достигла 15 млн °C, и началась его жизнь полноценной звезды.

Главное

Из распавшегося молекулярного облака, породившего Солнце, должны были образоваться еще множество других звезд. Астрономы постоянно пытаются найти эти звезды — братьев и сестер нашего светила.

Сейчас считаются идентифицированными две такие звезды: HD 162826 на расстоянии 110 световых лет от нас, которая немного горячее Солнца, и HD 186302 на расстоянии 184 световых лет, которая очень похожа по параметрам на Солнце.

Формирование планет

Когда формировалось Солнце, оно поглотило не всю материю: часть ее существовала в виде протопланетного диска, из которого образовались планеты. По мере остывания диска газ конденсировался в частички космической пыли.

Вблизи Солнца было все еще тепло, и в конденсированном состоянии могли находиться только металлы и силикаты. Скалистые планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс — сформировались из них, как и множество других протопланет.

Дальше от Солнца — где установилась температура ниже — газа было больше. В течение 10 млн лет или меньше образовались первые планеты Солнечной системы, газовые гиганты Юпитер и Сатурн. Их гравитация повлияла на формирование меньших планет. Последними, там, где летучие вещества — вода, азот и углекислый газ — замерзли и превратились в лед, сформировались Уран и Нептун.

Главное

Многое из того, что нам известно о формировании Солнечной системы, мы узнали при изучении экзопланет, образующихся вблизи других звезд. Радиобсерватория ALMA, расположенная в пустыне Атакама в Чили, способна улавливать радиоволны, излучаемые пылью в протопланетных дисках.



Образование нашей Луны было драматическим событием. Примерно через 100 млн лет после того, как начала формироваться Солнечная система, гипотетическая планета Тейя размером примерно с Марс врезалась в молодую Землю.

Считается, что при столкновении выделилось примерно в 100 млн раз больше энергии, чем при падении метеорита, уничтожившего динозавров. Компьютерное моделирование говорит, что Тейя врезалась в Землю под углом 45° со скоростью 4 км/с.

При этом часть коры Тейи, как и часть коры нашей планеты, была выброшена в космическое пространство; эти обломки кружились кольцом вокруг Земли. А ядро и мантия Тейи объединились с корой и мантией Земли. Со временем расплавленная материя в этом кольце слиплась, и из нее сформировалась Луна.

Хотя есть и другие теории, гипотеза гигантского столкновения считается общепринятой, особенно если учитывать то, что Луна, похоже, в основном состоит из материала, схожего по составу с материалом земной коры.

Главное

Гипотеза образования Луны в результате гигантского столкновения (известная также как гипотеза Большого всплеска) впервые появилась в двух научных статьях 1970-х годов: авторами одной были Билл Хартманн (р. 1939), Дональд Дэвис (р. 1952) и Аластер Кэмерон (1925–2005), а другой — Уильям Уорд (1944–2018).

На конференции лунологов 10 лет спустя оказалось, что эта теория самая популярная, и с тех пор она распространилась шире, в частности благодаря усилиям Робин Кэнап (р. 1968) из Юго-Западного исследовательского института в Боулдере, США.

В далеком прошлом в Солнечной системе произошла миграция планет.

Первой этот процесс попыталась объяснить модель Ниццы. Она предполагала, что изначально планеты-гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — располагались в два раза ближе к Солнцу, чем сейчас, а затем медленно мигрировали во внешнюю часть системы.

По пути они оставляли за собой след из астероидов и комет, многие из которых столкнулись с внутренними планетами — это событие называется поздней тяжелой бомбардировкой.

Существует и другая версия — гипотеза большого оверштага. Согласно ей, Юпитер сразу после рождения стал быстро мигрировать к Солнцу и приблизился к нему на расстояние, на котором находится от него сегодня Марс.

Это продолжалось, пока Сатурн не догнал его и своей гравитацией не помог газовому гиганту повернуть назад. Миграция Юпитера могла оказать важное влияние на процесс формирования внутренних планет, особенно Марса.

Главное

В 1995 году Мишель Майор (р. 1942) и Дидье Кело (р. 1966) открыли первую экзопланету на орбите солнцеподобной звезды. Эта планета — 51 Пегаса b — газовый гигант, и ее орбита расположена очень близко к звезде.

Однако по теории формирования планет газовые гиганты не могут образовываться так близко к звезде, а значит, 51 Пегаса b и другие подобные ей планеты должны были мигрировать к центру с того места, где они родились.

Поглощение обломков

Вся материя, которая на строительной площадке молодой Солнечной системы не была использована для образования планет, нашла пристанище либо в поясе астероидов между Марсом и Юпитером, либо в поясе Койпера за орбитой Нептуна, либо в межпланетном пространстве.

Учитывая, что во внутренней части ранней Солнечной системы конденсировались материалы с высокой температурой плавления, миллионы космических обломков в поясе астероидов за орбитой Марса — это каменные объекты из углерода, кремния, кислорода и металлов. В поясе же Койпера, где более прохладно, обитают планетарные обломки из льда и замерзших метана и аммиака.

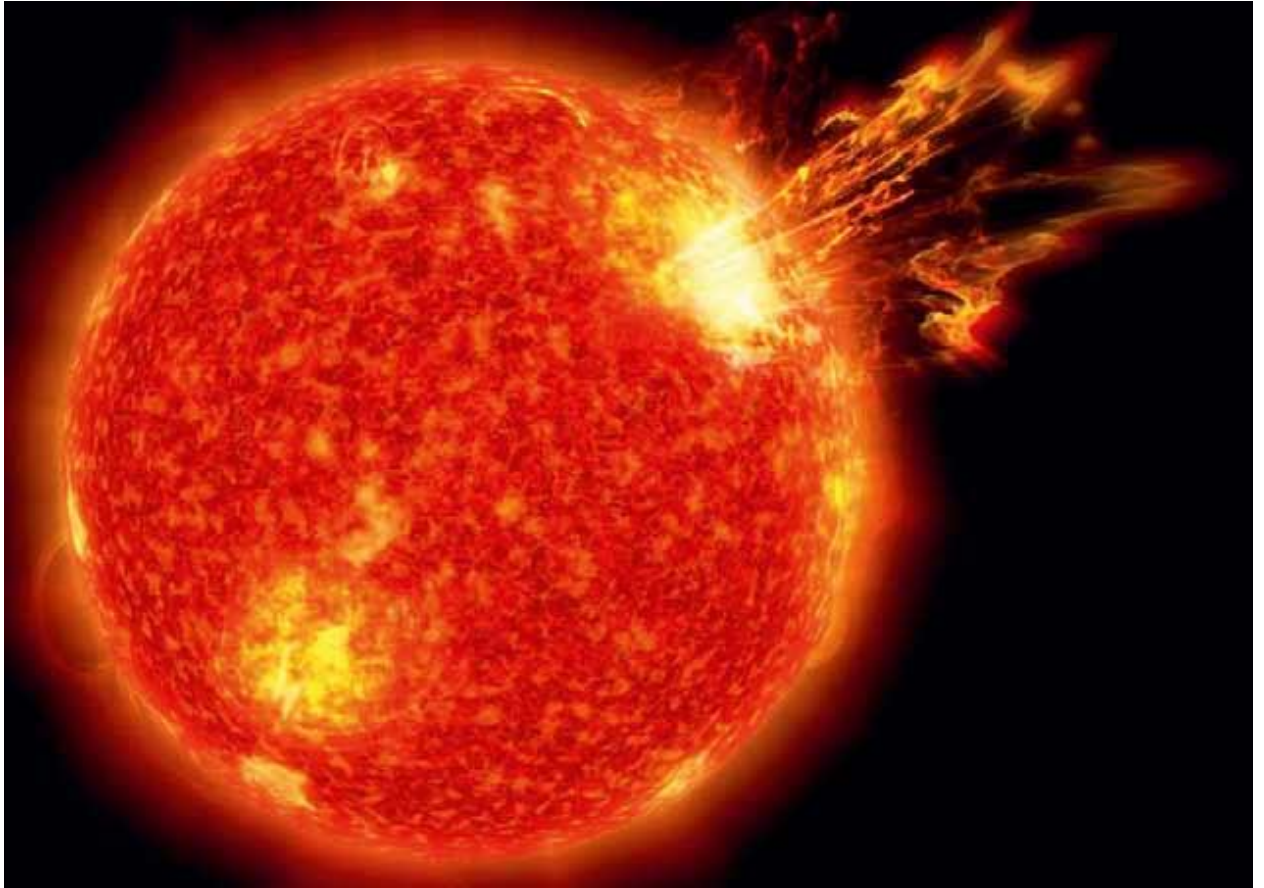
Столкновения с этими каменными телами, большими и маленькими, формировали планеты и ядра газовых гигантов. Этот процесс, возможно, замедлился, но совсем не прекратился. Кратеры на Луне образовались в результате ударов метеоритов. Иногда регистрируются столкновения комет или небольших астероидов с Юпитером. Вода на Земле, возможно, появилась благодаря удару кометы или астероида.

Главное

В составе земной воды очень специфическое соотношение водорода и дейтерия, и там, откуда она к нам попала, соотношение должно быть таким же. Казалось очевидным, что воду к нам занесли кометы, но исследования нескольких комет показали, что в них другое соотношение изотопов.

Сейчас главные кандидаты — богатые водой астероиды; причем в углеродистых хондритах соотношение изотопов почти такое же, как в воде земных океанов.

Эволюция Солнца



Нашему Солнцу 4,6 млрд лет, и оно находится в середине жизненного пути — ему предстоит сжигать водород в своем ядре еще 7 млрд лет. В процессе оно станет наращивать температуру и яркость, а его светимость будет увеличиваться на 6% каждый миллиард лет.

Кажется, что это не так уж и страшно, однако на самом деле это означает, что примерно через миллиард лет Земля станет слишком горячей для жизни. Океаны испарятся, и наша планета превратится в выжженный пыльный шар.

По мере приближения к финалу запасы водорода в Солнце будут подходить к концу, и с этого момента оно станет превращаться во что-то новое. Весь водород в его ядре преобразуется в гелий, следовательно, ядерная реакция там прекратится, и внутренняя часть Солнца сожмется под действием гравитации, что приведет к повышению температуры.

Тогда начнется реакция синтеза в оболочке вокруг ядра. Это так называемое горение оболочки приведет к тому, что Солнце раздуется в тысячу раз и превратится в красного гиганта.

Главное

В 1910 году Эйнар Герцшпрунг (1873–1967) и Генри Норрис Рассел (1877–1957) независимо друг от друга создали диаграмму, которую сегодня мы называем диаграммой Герцшпрунга — Рассела и на которой отображается зависимость светимости звезды от цвета (температуры).

На ней отметили все известные звезды, и стало ясно, что разные типы звезд попадают в разные части диаграммы. Только в 1940-е годы, после открытия водородного синтеза, ученые поняли, что диаграмма Герцшпрунга — Рассела отражает эволюцию звезд от начала сжигания водорода в их ядрах до превращения в красных гигантов.

Будущее Солнечной системы

Когда Солнце превратится в красного гиганта, близкие к нему планеты не смогут сойти со своих орбит. Меркурий и Венера исчезнут первыми, а потом дело дойдет и до Земли, так что вполне возможно, что и она тоже будет поглощена.

По мере медленного приближения диска красного гиганта к Земле ее поверхность из-за интенсивного излучения и высокой температуры расплавится, а потом испарится, а атмосфера станет сходить слой за слоем.

Наконец от Земли останется плотное железное ядро. Марс тоже может избежать поглощения и стать на какое-то время достаточно теплым, чтобы вода на нем находилась в жидкой форме, но и она испарится.

С увеличением яркости и размеров Солнца обитаемая зона будет смещаться в сторону краев системы. Возможно, в результате подходящие для жизни условия возникнут на Титане, Энцеладе или Европе.

Главное

В 1997 году ученые Ральф Лоренц (р. 1969), Джонатан Луинг (р. 1959) и Крис Маккей (р. 1954) показали, что, когда Солнце превратится в красного гиганта, станет возможным появление океанов и органических соединений на спутнике Сатурна Титане.

Сейчас на нем много воды в виде льда и углеводородов, способных образовать строительные блоки органических молекул. Однако период, когда там будут поддерживаться подходящие для жизни условия, продлится всего несколько сотен миллионов лет.

Смерть Солнца

По мере превращения Солнца в красного гиганта его ядро под действием гравитации будет продолжать сжиматься, а температура в нем поднимется до 100 млн °C (сейчас там около 15 млн °C). При таких условиях запустится синтез углерода из гелия, и Солнце получит шанс на новую жизнь.

Температура ядра, пока там будет «перевариваться» гелий, продолжит расти, пока не достигнет 300 млн °C. Этого хватит, чтобы сжечь весь запас гелия в нем сразу. Произойдет взрыв, который называют гелиевой вспышкой.

Позднее начнет гореть гелий в оболочке, и тогда наступят последние дни Солнца. Выгорание оболочки сделает Солнце нестабильным, и оно начнет пульсировать. Этот процесс многое изменит в Солнце, особенно в его массе — ее часть будет теряться с каждым периодом пульсации.

Внешние слои Солнца разбухнут и образуют красивую планетарную туманность, обнажив при этом его ядро — остатки звезды в виде белого карлика.

Главное

Форма многих планетарных туманностей обладает совершенной симметрией и напоминает космических бабочек или медуз. Недавние наблюдения и моделирование планетарных туманностей сложных форм позволяют предположить, что они могли сформироваться из двойных звездных систем, а не из одиночных звезд вроде Солнца.

Вероятно, когда Солнце умрет, его планетарная туманность будет выглядеть довольно скучно по сравнению с чудесными округлыми и гантелеподобными формами других планетарных туманностей.

Отдаленное будущее

В далеком будущем картина неба изменится. Все звезды — вещи вроде бы постоянные — в конце концов умрут, как и наше Солнце, либо превратятся в красных гигантов, либо погибнут при взрыве сверхновой. Однако на смену исчезнувшим звездам придут новые.

Примерно через 4 млрд лет галактика Андромеда с ее триллионами звезд врежется в наш Млечный Путь, они сольются и образуют новую эллиптическую галактику — астрономы назвали ее Млекомедой. На самом деле во время их слияния столкновения звезд не произойдет — столкнутся огромные газовые облака, которые спровоцируют новый цикл массового звездообразования.

В еще более далеком будущем все звезды умрут, весь газ во Вселенной будет израсходован, так что новые звезды не смогут образоваться. Останутся только белые карлики, черные дыры и нейтронные звезды.

Белые карлики станут медленно остывать и превращаться в черных карликов — замерзшие остатки, не излучающие ни света, ни тепла. Нашему Солнцу потребуется не менее квадриллиона лет, чтобы добраться до этой стадии.

Главное

Слияние Млечного Пути и туманности Андромеды не станет концом эволюции нашей Галактики. Через какое-то время к Млекомеде приблизятся другие галактики в нашем скоплении — Местной группе — и столкнутся с ней.

Между тем примерно через 100–150 млрд лет из-за космического расширения остальные галактики уйдут так далеко, что их звезд будущие обитатели Млекомеда на ночном небе уже не увидят.

Судьба Вселенной

Какой конец ждет Вселенную, зависит главным образом от темной энергии, которая ускоряет расширение космоса, — в основном от того, ослабеет она со временем или нарастит силу. Если первое, это может привести к тому, что гравитация будет медленно сжимать Вселенную, и все закончится Большим сжатием.

Если воздействие темной энергии возрастет или хотя бы останется на прежнем уровне, то возможны два сценария. Оба предполагают бесконечное расширение Вселенной, при котором галактики в какой-то момент разойдутся так далеко, что исчезнут за космическим горизонтом друг друга.

Один из сценариев состоит в том, что расширение замедлится, но никогда полностью не остановится. Тогда в конце останется лишь большая мертвая пустота, где наступит тепловая смерть Вселенной — когда вся материя, включая субатомные частицы вроде протонов, распадется и превратится в радиацию.

Альтернативный вариант заключается в том, что темная энергия наберет силу и в итоге разорвет ткань пространства-времени — произойдет Большой разрыв.

Главное

Судьба Вселенной зависит от темной энергии. Если темная энергия подобна космологической постоянной Эйнштейна, то при расширении Вселенной она будет только возрастать.

Если же это квантовое скалярное поле, то его величина может различаться в разных координатах пространства и времени, и тогда судьбу Вселенной предсказать нельзя. История Вселенной от Большого взрыва до смерти Солнца. Эта книга для всех, кто хочет познакомиться с историей нашей Вселенной от первых секунд после Большого взрыва до самого отдаленного, таинственного и даже пугающего будущего. Книга позволяет легко перемещаться по теориям и основным научным открытиям, доступно и лаконично поясняя наиболее важные научные концепции об устройстве мироздания.



За какой срок Солнце делает оборот вокруг центра Галактики?

Солнечная система с соседними звездами движется вокруг центра Галактики со скоростью около 220 км/с. С такой скоростью от Земли до Плутона можно долететь меньше чем за год. Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет, по разным оценкам, 25–28 тыс. световых лет. Окружность такого радиуса Солнце проходит за 210–240 млн лет. Еще недавно его скорость определялась по косвенным данным. Однако несколько лет назад точность радиоастрономических измерений настолько возросла, что удалось непосредственно пронаблюдать, как траектория Солнца изгибается вокруг центра Галактики.

Как горит водород на Солнце, если там нет кислорода?

Имеется в виду не химическая реакция соединения с кислородом, которую обычно называют горением, а последовательность ядерных реакций, при которых ядра атомов водорода сливаются и превращаются в ядра атомов гелия. При этом выделяется в 5,2 миллиона раз больше энергии, чем при химическом сгорании такого же количества водорода.

Откуда во Вселенной водород?

Ядро атома водорода — это один протон, состоящий из трех кварков. В обычных условиях кварки нельзя изолировать друг от друга, и плазма из свободных кварков существует только при температуре выше 100 млрд градусов. Такая температура была во Вселенной лишь в первую микросекунду после ее возникновения. Затем из-за расширения она охладилась, кварки соединились в протоны и нейтроны, и с этого момента во Вселенной существует водород.

Позднее (от 1 до 100 секунд после “Большого взрыва”) четверть протонов и нейтронов успела соединиться в ядра гелия. Дальнейшее снижение температуры остановило ядерные реакции, и они возобновились уже только внутри звезд, где образовались атомы остальных элементов. А исходным материалом для них послужили водород и гелий.

Попытки оценить возраст видимой Вселенной

В 1929 году американский астроном Эдвин Хаббл обнаружил, что галактики удаляются друг от друга. Поделив расстояние между ними на скорость удаления, можно вычислить, как давно они были в одной точке. Это грубая оценка возраста Вселенной. Для большей точности надо учесть, что взаимное притяжение галактик притормаживает их разлет, а недавно открытая темная энергия, наоборот, ускоряет. Последняя оценка возраста Вселенной составляет почти 13,8 миллиарда лет.

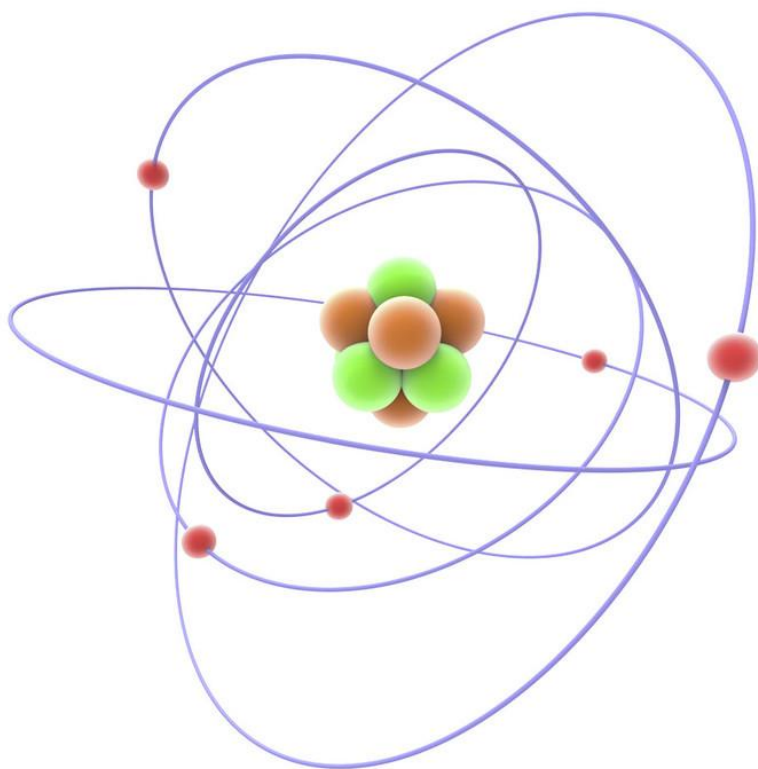
Вращается ли Вселенная?

Возможно

Вращение Вселенной трудно обнаружить, поскольку на нее нельзя взглянуть со стороны. Признаком вращения могло бы стать выделенное направление, соответствующее оси этого вращения, на рисунке космического микроволнового фона, приходящего к нам со времен «Большого взрыва».

Такое направление, получившее название «ось зла», было обнаружено в 2005 году благодаря зонду *WMAP*. Однако в дальнейшем эти данные были поставлены под сомнение. А в 2007 году вышла научная статья, где говорилось о том, что у галактик есть слабо выраженное предпочтительное направление вращения. Впоследствии ученые открыли крупнейшие вращающиеся структуры — галактические нити длиной в сотни миллионов световых лет, но пока вопрос о вращении Вселенной остается открытым.

Все ли во Вселенной состоит из атомов?



Только вещество

Атомы — лишь одна из форм вещества. Вещество может существовать также в виде плазмы, которая образуется при распаде атомов на составляющие частицы. А в сверхплотных нейтронных звездах атомные ядра сливаются в сплошную ядерную материю.

Пространство Вселенной наполнено излучениями — электромагнитным, нейтринным, гравитационным. Все космические объекты окружены гравитационными полями, а черные дыры фактически из них состоят. Наконец, большая часть массы Вселенной приходится на темную материю и темную энергию, о которых мало что известно, за исключением того, что они точно не состоят из атомов.

Все ли атомы имеют одинаковый возраст?

Нет

Во время «Большого взрыва» образовались только ядра атомов водорода. Примерно четверть из них в течение нескольких минут слилась в атомы гелия. Так сформировался первичный элементный состав Вселенной.

Остальные элементы возникли значительно позже в термоядерных реакциях, которые протекают в недрах звезд. При взрывах умирающих светил эти элементы рассеивались в космосе. Впоследствии из них формировались звезды и планеты следующих поколений. Так что по большей части наши тела состоят из бывшего звездного вещества.

Что, если бы... Земля осталась без Луны?

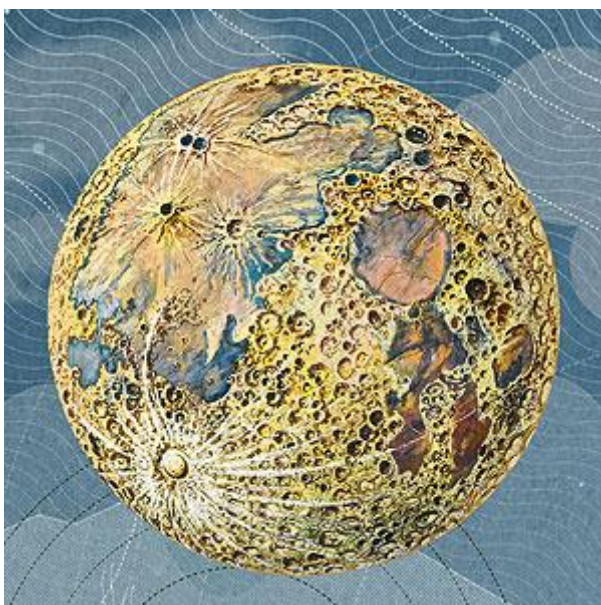
Если сжать время существования нашей планеты до 24 часов, то Луна появилась бы спустя 10 минут после начала отсчета. Спутник — не просто кусок камня. Без него жизнь на Земле выглядела бы совсем иначе, а может, и вовсе никогда бы не образовалась

Случайный климат

Смене времен года мы обязаны наклону оси вращения Земли к плоскости ее орбиты. Луна выравнивает земную «болтанку», и угол постоянен. Без спутника неизменный климат периодически сменялся бы экстремальным с такой же разницей температур между зимой и осенью, как между Южным полюсом и экватором.

Возможность жизни

На ранних этапах формирования системы «Земля — Луна» под воздействием притяжения спутника, неравномерного для ближней и дальней части планеты, земная магма постоянно двигалась. Это дополнительно разогревало Землю, и она оставалась жидкой и теплой дольше «положенного» срока. Возможно, именно эта отсрочка дала зарождающейся жизни шанс закрепиться на планете.



Темные ночи

Ночи на безлунной Земле были бы куда темнее, чем сейчас. Второй по яркости объект ночного неба, Венера, светит в 14 000 раз слабее спутника. Эволюционируя в полной темноте, приматы развили бы отличное ночное зрение — иначе их бы попросту съели хищники. И кто знает, понадобилось бы тогда изобретать лампочку.

Никаких затмений

Не будь Луны, земляне никогда не смогли бы любоваться солнечными затмениями. Благодаря удачно «подбранному» расстоянию, в тот момент, когда Луна оказывается между Землей и Солнцем, ее тень полностью закрывает звезду. Следующий по размерам объект, который может «затмить» Солнце, — Венера — выглядит на его фоне как крошечное темное пятнышко.

Спутник не только заставляет земные океаны двигаться. Из-за так называемого приливного ускорения Земля с каждым годом вращается все медленнее. За столетие год удлинится на две микросекунды (микросекунда — одна миллионная секунды). С тех пор как планета обзавелась спутником, он замедлил вращение Земли в несколько раз! Без Луны сутки длились бы восемь часов, а год насчитывал бы больше 1000 дней.

Суровый климат

Из-за скоростного вращения Земли в атмосфере все время формировались бы мощные потоки, ветра и шторма. Большинство нынешних животных и растений не выдержали бы таких условий, так что флора и фауна безлунной Земли напоминала бы флору и фауну суровых степей и высокогорных плато.

Спокойная вода

Воды океана перемещают приливные силы Луны и Солнца, причем вклад звезды только 40%. Без лунной гравитации не было бы кораллов и многих моллюсков, которые неподвижны и ловят еду в перемещающейся под воздействием Луны воде. А значит, морские пищевые цепочки были бы устроены совершенно иначе.

Прошлое: космическая авария

Считается, что Земля сформировалась 4,56 млрд лет назад и обзавелась спутником уже 30 млн лет спустя, после того как в планету врезался объект размером с Марс. Он выбил из тогда еще полужидкой планеты гигантский кусок, который не смог преодолеть силу притяжения и остался на орбите Земли. Изначально Луна находилась на расстоянии 20 000–30 000 км от планеты — в 20 раз ближе, чем сейчас.

Луна не только украшает ночное небо и волнует влюбленных. Несмотря на значительное расстояние (космонавты добираются до спутника трое суток), Луна влияет на Землю сильнее, чем любое другое небесное тело. Рисунок гор и равнин, животный мир океанов и даже продолжительность суток — без Луны на нашей планете все было бы иначе.

Правда ли, что у Земли есть второй естественный спутник?

Твердого нет

Вокруг планеты могут двигаться по орбитам небольшие камешки, но среди них нет ни одного достаточно крупного, чтобы заметить его с Земли. И все же, возможно, у планеты есть пара естественных спутников, движущихся по одной орбите с Луной. Только это не твердые тела, а разреженные скопления космической пыли, получившие название Облаков Кордылевского — по имени польского астронома, который первым наблюдал их в 1956 году.

Эти «спутники» находятся вблизи так называемых точек Лагранжа L4 и L5 — одно обгоняет Луну по орбите примерно на 60°, а другое на столько же отстает. Но плотность их так мала и наблюдать их так трудно, что исследователи до сих пор не уверены, существуют ли они на самом деле.

Почему над горизонтом Луна кажется большой, а над головой — маленькой?

Это следствие иллюзии

Всеми признанного объяснения не существует до сих пор, однако в любом случае ясно, что это иллюзия, причем иллюзия, возникающая в нашем мозгу. Никакая «рефракция» или «большой путь через атмосферу, который проходят горизонтальные лучи», не меняют зрительных размеров Луны, что демонстрируют и снимки — на них она одинаковая в любой точке небесной сферы. Соответственно, ретинальное изображение Луны (то есть ее отпечаток на сетчатке глаза) всегда одинаково, а вот мозг воспринимает его по-разному.

Долгое время полагали, что все дело в законах перспективы. Положите на фотографию, на которой запечатлена уходящая за горизонт дорога, два одинаковых бумажных кружка: один на место, находящееся ближе к наблюдателю, другой туда, где дорога пропадает вдаль. На фоне снимка первый кружок будет казаться маленьким, а второй — большим.

Может, и с Луной дело обстоит так же? Когда в поле зрения кроме Луны попадают другие объекты (лес, горы и так далее), находящиеся явно ближе нее, мозг воспринимает ее как более далекий, а значит, более крупный объект. На фоне же чистого неба Луна кажется более близкой, а значит, и меньшей по размеру. Но ведь на море тоже нет предметов, дающих представление о расстоянии. Тем не менее и моряки видят Луну над горизонтом большой.

Согласно теории, предложенной в начале 1960-х годов Ллойдом Кауфманом и Джеймсом Роком (впрочем, близкие идеи высказывал Леонард Эйлер, живший двумя столетиями ранее) и подтвержденной психологами экспериментально, мозг «полагает», что небесный купол представляет собой не правильную полусферу, а как бы приплюснутую. А раз так, то и объекты (ту же Луну) на горизонте он считает более удаленными, чем находящиеся в зените.

Почему Луна иногда видна днем?

И Луна, и небо светят рассеянным солнечным светом. На Луне свет отражается от горных пород, а в атмосфере рассеивается молекулами воздуха. Луна отражает 12% солнечного света, а земная атмосфера в ясный день — около четверти. Однако почти половина рассеянного атмосферой света уходит в космос. Так что для земного наблюдателя яркость дневного неба сравнима с яркостью поверхности Луны, и днем она хотя и видна, но довольно бледно.

Почему Вселенная заполнена веществом почти однородно?



Потому что вещество расширилось вместе с пространством

При обычном взрыве вещество разлетается из одной точки. Однако применительно к рождению Вселенной слово «взрыв» лишь метафора. Вещество не разлеталось из единой точки, а расширилось одновременно с пространством.

На первых этапах (строго говоря, еще **до Большого взрыва**) это расширение шло так быстро, что любая неоднородность в мгновение ока раздувалась до размеров видимой сегодня части Вселенной. Этот процесс называют инфляционной стадией развития Вселенной, или просто инфляцией. Она обеспечила однородное наполнение пространства материей. И уже потом эта материя стала дробиться на облака, из которых рождались галактики и звезды.

Есть ли центр у вселенной?

Если и есть, то не в нашем пространстве

На этот вопрос можно дать три ответа — последовательно все более точных и сложных. Первый: центра у Вселенной нет, поскольку ни одна ее точка не выделена по сравнению с другими.

Второй: центром можно считать любую точку Вселенной. От любой точки галактики разбегаются одинаково — тем быстрее, чем дальше находятся.

Третий: центр Вселенной лежит вне ее пространства. Это можно понять на двумерной аналогии. При надувании воздушного шарика нарисованные на нем галактики разбегаются друг от друга, совсем как настоящие. Одновременно они удаляются и от центра. Но этот центр лежит не на оболочке: ползущий по ней муравей (аналог звездолета) никогда в центр шарика не попадет. Можно сказать, что центр Вселенной находится в ее прошлом, когда все пространство было стянуто в точку, от которой берет начало и время.

Как может расширяться Вселенная, если она уже бесконечна?

В ней увеличиваются все расстояния

Вселенная безгранична, но она необязательно бесконечна. У воздушного шарика, например, нет краев (границ), но площадь его конечна. Когда шарик надувают, растут и его площадь, и размеры всех рисунков на его поверхности.

Так и Вселенная может быть конечного объема, но не иметь границ. Тогда при расширении растут ее объем и все расстояния внутри. Но расширяться может и бесконечная Вселенная, в таком случае за счет изменения свойств пространства увеличиваются расстояния между галактиками.

Можно ли достичь края Вселенной?

Представим, что мы решили отправиться в экспедицию с целью пересечь Вселенную и достичь ее края. Для начала хорошо бы узнать, в какую сторону нам лететь и на какое расстояние. Но тут нас поджидают первые трудности.

Согласно современным представлениям мы находимся внутри Вселенной и не можем взглянуть на нее со стороны.

А раз так, то форма Вселенной и ее топология нам сейчас достоверно неизвестны. Мы можем только гадать:

представляет она собой сферу, диск, тор или додекаэдр? Более того, нам, оказывается, совершенно все равно, в какую сторону лететь, потому что наше положение сравнимо с точкой на поверхности глобуса — куда ни двигайся, длина окружности будет одинаковой, а край в его традиционном понимании отсутствует.

Может быть, мы хотя бы знаем, какое максимальное расстояние нам предстоит преодолеть? Однако и этот вопрос непрост. Вселенная во много раз больше того пространства, которое мы сегодня можем наблюдать. По последним данным, полученным американским спутником *WMAP*, изучавшим реликтовое излучение, поперечник Вселенной составляет 156 миллиардов световых лет. Расстояние, конечно, огромное, но теоретически преодолимое, если рассматривать вопрос в рамках механики Ньютона. Экипажу нашего корабля на достигнутой сегодня космической скорости около 12 км/с для этого потребуется 4×10^{12} лет, то есть в 291 000 раз больше времени, чем существует Вселенная. Проблема в том, что во Вселенной действуют законы более сложные, чем ньютоновские, — законы теории относительности, которые далеко не во всем соответствуют нашей интуиции, основанной на повседневном опыте. Они не позволяют пересечь Вселенную по трем причинам.

Во-первых, существует теоретический предел на максимальную энергию движения космического корабля. Двигаясь с постоянным ускорением, равным земному ($9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$), за один год по часам космонавтов наш корабль разгонится почти до скорости света. При этом пространство перед ним начнет сжиматься, и он сможет преодолевать за доли секунды огромные расстояния. Но только и мощность, необходимая для поддержания такого ускорения, тоже приблизится к бесконечности, а подходящих источников энергии во Вселенной нет.

Во-вторых, даже если нам удастся найти неиссякаемый источник энергии (скажем, где-нибудь за пределами нашей Вселенной), то выяснится, что скорости света для нашего корабля совсем недостаточно: ведь Вселенная расширяется со скоростью большей, чем скорость света, а значит, к пути, пройденному кораблем, всегда будет прибавляться все новое и новое расстояние.

Наконец, есть и третье, уже принципиальная причина, по которой нам не удастся достичь края Вселенной, даже двигаясь с бесконечной скоростью. По определению, краем какого-либо точечного множества называют такое его подмножество, что любая окрестность каждой его точки содержит как точки, принадлежащие данному множеству, так и точки, не принадлежащие данному множеству. А поскольку, по определению Вселенной, она объединяет все сущее, то и всякая ее точка должна принадлежать ей со всей своей окрестностью. Иначе говоря, ее край представляет собой пустое множество, даже если ее размер конечен.

Звезда в иллюминаторе: как выглядит Солнце с каждой из планет Солнечной системы

Похоже, мы, земляне, еще неплохо устроились!

Что ни говори, а Солнечная система — весьма живописный уголок Вселенной. Выйдешь, бывает, за околицу, в открытый космос — и душа радуется при виде колец Сатурна, красных пыльных бурь Марса или рябой поверхности Меркурия.

Примерно так рассуждал американский художник Рон Миллер (*Ron Miller*), специализирующийся на иллюстрациях и графике на космическую тему. Он решил максимально правдоподобно изобразить пейзажи всех планет, вращающихся вокруг Солнца.



Художник сделал акцент на том, как выглядит Солнце с поверхности каждой планеты в системе, так как, разумеется, его вид зависит от [расстояния](#), на котором они находятся. Если быть точными, то яркость Солнца эквивалентна квадрату относительного расстояния от него. «Например, на Плутоне само Солнце будет выглядеть как яркий объект в небе, но из-за удаленности планеты вам будет казаться, что вы постоянно находитесь в сумерках», — рассказал художник в интервью *IFL Science*.

Почему Солнце круглое?

Из-за фотосферы — газовой оболочки

Несмотря на кажущуюся простоту вопроса, правильный ответ на него ученые смогли дать лишь в XX веке. Ведь если Солнце состоит из разогретого газа, то, по идее, на небе вместо нашего привычного светила мы должны наблюдать расплывчатое светящееся пятно без ярко выраженных границ, а мы тем не менее видим именно круг. И круг этот до того четко очерчен, что может показаться, будто у Солнца есть какая-то твердая поверхность. Но ведь никакое вещество при огромных температурах вблизи звезды не может находиться в твердом состоянии. В чем же тут дело?

А дело, оказывается, в весьма экзотическом способе свечения звезд — настолько необычном, что, даже когда было установлено, какие термоядерные реакции обеспечивают звезды энергией, тайна происхождения дневного света все еще оставалась нераскрытой.

Звезды «одеты» в тонкую, совершенно непрозрачную и одновременно светящуюся «газовую кожуру», так называемую фотосферу. Главный секрет ее состава — это наличие отрицательных ионов водорода, то есть таких его атомов, которые прихватили «лишний» электрон. Благодаря им свет глубоких слоев звезды наружу не выходит: сначала фотоны видимой части спектра поглощаются ионами, отрывая второй электрон и тем самым превращая его в обычный атом водорода.

И тут же в фотосфере происходит обратный процесс, когда при присоединении свободных электронов к нейтральным атомам водорода и рождаются фотоны дневного света. Таким образом, фотосфера Солнца «ретранслирует свет», причем количество и энергия поглощенных фотонов в точности компенсируются количеством и энергией испущенных фотонов.

Фотосфера у звезд тонкая-претонкая: в тысячи раз меньше радиуса светила (на Солнце, в частности, лишь несколько сотен километров), что и определяет его резкий видимый край. Фотосфера, по сути, словно обводит контур огромного объекта карандашом, отточенным до игольной остроты, благодаря чему и получается тот самый «солнечный круг, небо вокруг».

Когда погаснет солнце?

Мощность солнечного излучения, падающего на Землю, составляет 170 триллионов киловатт. Это в 10 000 раз больше, чем использует человечество во всех формах, но в 2 миллиарда раз меньше энергии, безвозвратно рассеиваемой Солнцем в космосе. Согласно теории относительности любой расход энергии связан с потерей массы. Каждую секунду Солнце становится легче на 4 миллиона тонн. Масса, равная земной, сгорает за 50 000 лет. Как долго может продолжаться это расточительство?

Энергия нашего светила вырабатывается в термоядерных реакциях превращения водорода в гелий. Четыре ядра водорода весят на 0,7% больше, чем ядро гелия, которое из них образуется. Эта небольшая разница, называемая дефектом массы, переходит в энергию. Часть ее сразу уносят в космос всепроникающие нейтрино. Остальная энергия превращается в тепло и разогревает недра Солнца до 14 миллионов градусов. Огромная температура удерживает давление вышележащих слоев вещества и обеспечивает протекание термоядерных реакций. Но тепло постоянно просачивается наружу и излучается с поверхности Солнца. Ежесекундно в гелий превращается 600 миллионов тонн солнечного водорода. Но даже при таком колоссальном расходе водорода хватит на 10 миллиардов лет, настолько велика масса Солнца. Почти половина этого срока уже позади, что следует из возраста горных пород, лунного грунта и метеоритов.

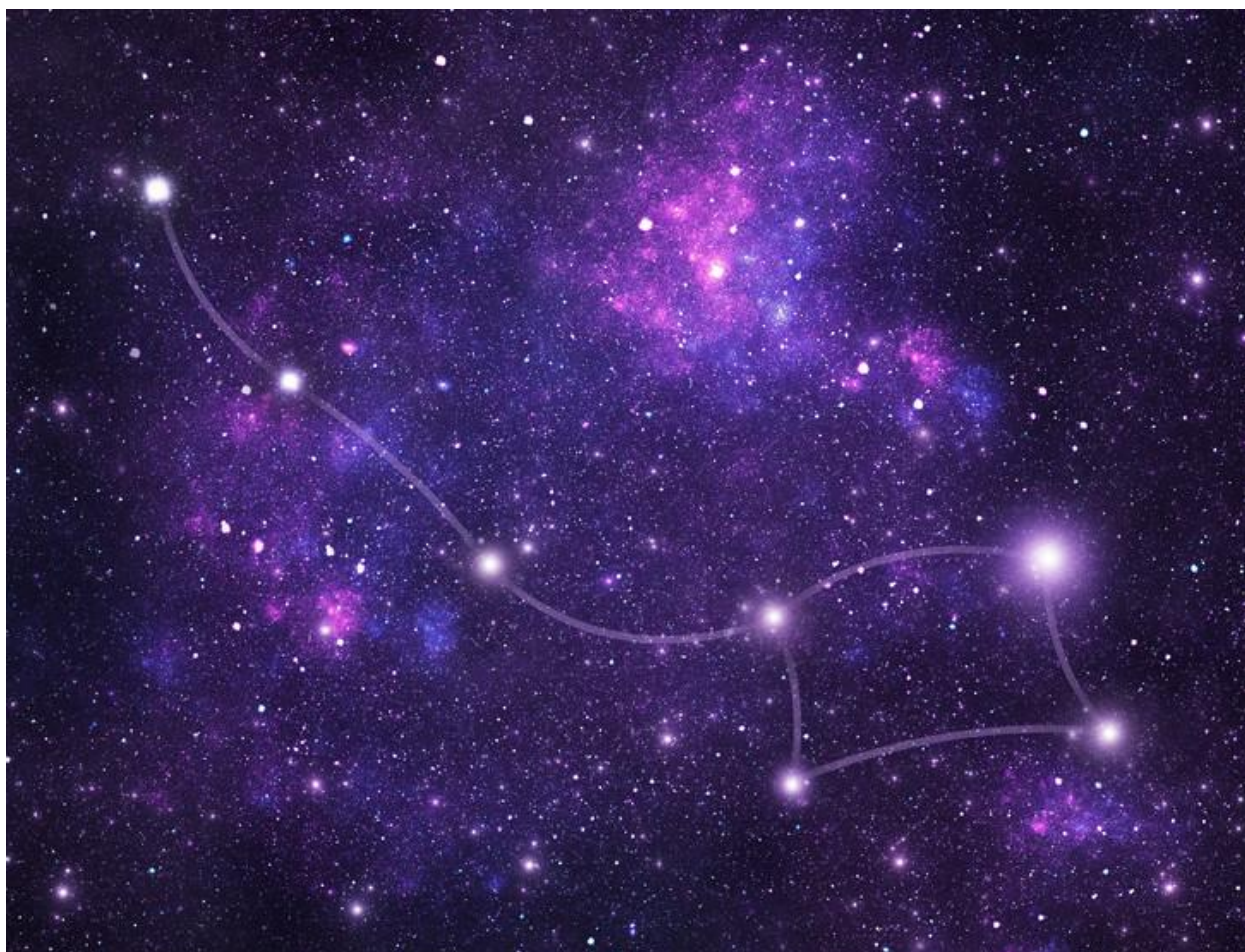
Однако после выработки большей части водорода Солнце не погаснет, наоборот, разгорится с новой силой. Его ядро сожмется и разогреется, а оболочка распухнет и охладится. Светимость Солнца вырастет в тысячи раз, питать же его будут реакции ядерного горения гелия, превращающегося в более тяжелые элементы. Огромная красная звезда выжжет поверхности близких к ней планет. К счастью, для подготовки к этому катаклизму у наших потомков будет достаточно времени — более 5 миллиардов лет. Стадия красного гиганта весьма скоротечна по звездным меркам. За какую-нибудь сотню миллионов лет запасы гелия исчерпаются, а огромная раздувшаяся оболочка рассеется в окружающем пространстве. От прогоревшего термоядерного реактора останется лишь небольшая

сверхплотная звездочка — белый карлик, единственным источником свечения которого служит постепенное остывание.

Астрономы открыли звезду, которая умирает, как Солнце

27 июля 2019

Международной команде астрономов [удалось](#) в реальном времени понаблюдать за процессом превращения красного гиганта в белого карлика. Речь идет о звезде *T Ursae Minoris (T UMi)*, расположенной на расстоянии три тысячи световых лет от планеты Земля в созвездии Малая Медведица.



Звезда младше Солнца на четверть, однако из-за большой массы она сгорела намного быстрее. Наблюдения за ней помогут ученым понять, как погибнет наше светило в далеком будущем. Астрономы предполагают, что примерно через пять миллиардов лет Солнце исчерпает запасы водорода, «ядерного горючего», и начнет сжигать гелий. В результате этого его недра разогреются до сверхвысоких температур, а внешние оболочки светила раздуются, поглотив Венеру и Меркурий и превратив Землю в безжизненный раскаленный шар. В конечном итоге Солнце избавится от всех внешних слоев газа и превратится в белый карлик — маленькое, но очень горячее светило.

Нечто похожее сейчас происходит со звездой *T UMi*. Ее недра в последнее время начали производить энергию с перебоями, а внутри периодически возникают мощные термоядерные вспышки, похожие на своеобразное икание или кашель. Эти импульсы тепла резко меняют яркость и размеры светила и засеивают Вселенную тяжелыми элементами, говорят специалисты.

Сколько галактик может видеть человеческий глаз?

Острый глаз — шесть. Но не сразу

Легче всего увидеть Млечный Путь — галактику, в которой находится Солнечная система. В Южном полушарии заметны Большое и Малое Магеллановы Облака — ближайшие к нам галактики. В темную ночь можно отыскать Туманность Андромеды и галактику Треугольника.

Иногда в число видимых невооруженным глазом включают галактику Бode в созвездии Большой Медведицы. Хотя, чтобы ее разглядеть, нужно экстраординарное зрение и такие же условия наблюдения. Свет от галактики идет к нам 12 миллионов лет, это самый далекий объект, различимый без телескопа.