Посвящается Грегори:
грядут перемены — пусть тебе хватит мудрости
и мужества приспособиться к ним

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

THE STORY OF EARTH

The First 4.5 Billion Years, from Stardust to Living Planet

Robert M. Hazen

PENGUIN BOOKS

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

ИСТОРИЯ ЗЕМЛИ

От звездной пыли — к живой планете
Первые 4 500 000 000 лет

Роберт Хейзен

Перевод с английского

4-е издание

Книжные проекты
Дмитрия Зимина

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва 2018

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

УДК 523.3+557.1
ББК 26.0
Х35

Переводчик Тамара Казакова
Редактор Антон Никольский
Научный консультант Владимир Сурдин, канд. физ.-мат. наук
Научный консультант Николай Короновский, д-р геол.-минерал. наук

Хейзен Р.

Х35 История Земли: От звездной пыли — к живой планете: Первые 4 500 000 000 лет / Роберт Хейзен ; Пер. с англ. — 4-е изд. — М. : Альпина нон-фикшн, 2018. — 458 с. — (Серия Alpina Popular Science).

ISBN 978-5-91671-867-6

Книга известного популяризатора науки, профессора Роберта Хейзена, знакомит нас с принципиально новым подходом к изучению Земли, в котором переплетаются история зарождения и развития жизни на нашей планете и история образования минералов. Прекрасный рассказчик, Хейзен с первых строк увлекает читателя динамичным повествованием о совместном и взаимозависимом развитии живой и неживой природы. Вместе с автором читатель затаив дыхание совершает путешествие сквозь миллиарды лет: возникновение Вселенной, появление первых химических элементов, звезд, Солнечной системы и, наконец, образование и подробная история Земли. Движение целых континентов через тысячи километров, взлет и падение огромных горных хребтов, уничтожение тысяч видов земной жизни и полная смена ландшафтов под воздействием метеоритов и вулканических извержений — реальность оказывается гораздо интересней любого мифа. Воображение астробиолога, методология историка и острый глаз натуралиста помогают автору изумительно ясно описывать самые сложные вопросы науки. Однако Хейзен не останавливается на нашем времени, основываясь на последних научных открытиях, — он дает читателю захватывающую возможность заглянуть в будущее.

УДК 523.3+557.1
ББК 26.0

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru.

ISBN 978-5-91671-297-1
(Серия Alpina Popular Science)
ISBN 978-5-91671-867-6 (рус.)
ISBN 978-0-14-312364-4 (англ.)

© Robert M. Hazen, 2012
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2018

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Книжные проекты
Дмитрия Зимина

Эта книга издана в рамках программы «Книжные проекты Дмитрия Зимина» и продолжает серию «Библиотека «Династия». Дмитрий Борисович Зимин — основатель компании «Вымпелком» (Beeline), фонда некоммерческих программ «Династия» и фонда «Московское время».

Программа «Книжные проекты Дмитрия Зимина» объединяет три проекта, хорошо знакомые читательской аудитории: издание научно-популярных переводных книг «Библиотека «Династия», издательское направление фонда «Московское время» и премию в области русскоязычной научно-популярной литературы «Просветитель».

Подробную информацию о «Книжных проектах Дмитрия Зимина» вы найдете на сайте ziminbookprojects.ru.

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Оглавление

Введение 11

Глава 1. Рождение 21

Глава 2. Мощный удар 59

Глава 3. Черная Земля 92

Глава 4. Голубая Земля 128

Глава 5. Серая Земля 165

Глава 6. Живая Земля 203

Глава 7. Красная Земля 245

Глава 8. «Скучный» миллиард 287

Глава 9. Белая Земля 324

Глава 10. Зеленая Земля 364

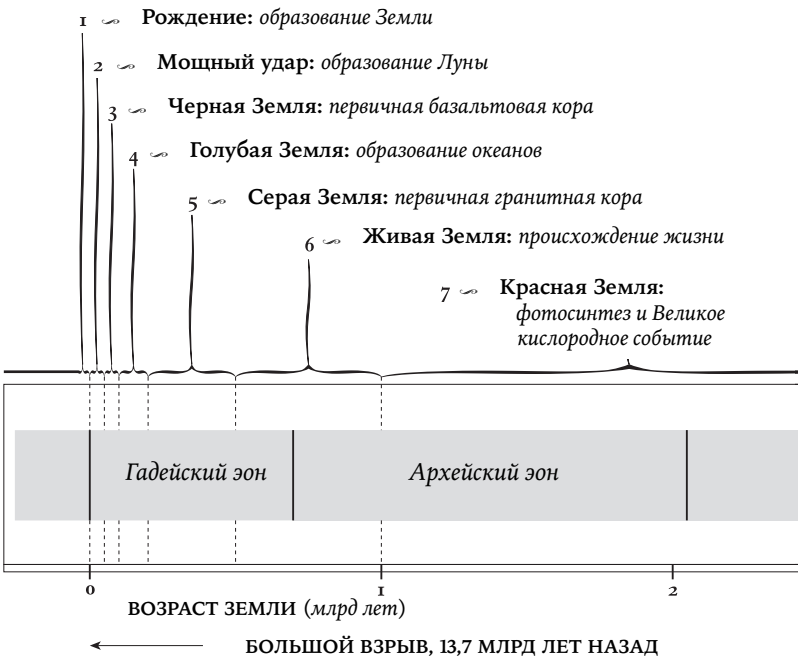
Глава 11. Будущее 402

Эпилог 439

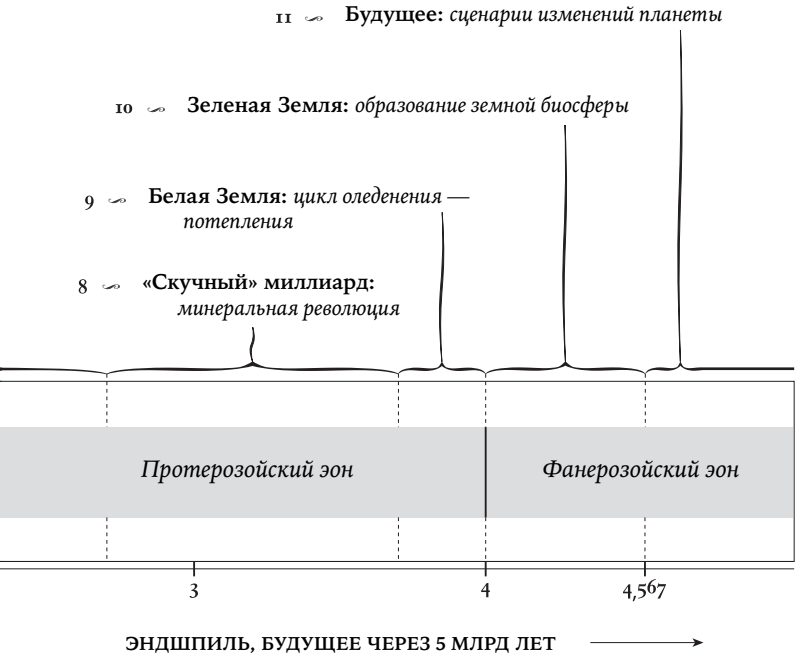
Благодарности 443

Предметно-именной указатель 447

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>



Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>



Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Введение

Одно из самых захватывающих изображений, сделанных в XX в., — фотография восхода Земли, снятая космонавтом с лунной орбиты в 1968 г. Мы всегда знали, как уникален и прекрасен наш мир: Земля — единственная известная планета с океанами, насыщенной кислородом атмосферой и жизнью. Тем не менее многие оказались не готовы к столь потрясающему контрасту между крайне враждебным человеку ландшафтом Луны, безжизненным мраком космической бездны и привлекательностью нашей бело-голубой планеты. С той удаленной точки, дающей хороший обзор, Земля выглядит маленькой, одинокой и уязвимой — и вместе с тем более прекрасной, чем все остальные небесные тела.

Мы с полным основанием можем восхищаться нашей родной планетой. Более чем за два столетия до Рождества Христова греческий ученый-энциклопедист Эратосфен Киренский провел первое в мире документально подтвержденное исследование планеты Земля. Чтобы измерить окружность Земли, он применил простой и остроумный способ, основанный на наблюдении за тенями. В египетском городе Сиене (ныне Асуан) во время летнего солнцестояния он в полдень наблюдал за солнцем, которое располагалось в зените. Вертикальный столбик не отбрасывал никакой тени. В другом конце Египта, в тот же самый день и тот же час,

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

в приморском городе Александрия, примерно в 840 км севернее, точно такой же столбик отбрасывал короткую тень, указывая на то, что в этой местности солнце находилось не прямо над головой. Применив теоремы своего великого предшественника Эвклида, Эратосфен пришел к выводу, что Земля должна иметь форму шара, и вычислил, что окружность этого шара составляет примерно 40 225 км — результат, поразительно близкий к современным данным, согласно которым в районе экватора Земля имеет в окружности 40 075 км.

На протяжении тысячелетий великое множество других ученых, от большинства из которых не сохранилось даже имен, исследовали и познавали нашу родную планету. Они выясняли, как образовалась Земля, как она движется в пространстве, из чего она состоит и как устроена. При этом самый главный вопрос, волновавший всех людей науки, заключался в том, как Земля развивалась и как на ней возникла жизнь. В наши дни благодаря накопленному поколениями опыту и возможностям современных технологий нам известно о Земле гораздо больше, чем могли даже вообразить ученые прошлого. Разумеется, и мы не знаем всего, но все же наши познания о Земле значительно обогатились.

По мере расширения и углубления знаний о Земле, превратившихся за тысячелетия в устойчивые представления, становилось все очевиднее, что история Земли — это история изменений.

Многие данные указывают на то, что Земля меняется год за годом, век за веком. Ритмические осадочные

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

толщи, или варвиты, найденные в некоторых ледниковых озерах Скандинавии, запечатлели более чем тринадцатитысячелетнюю историю непрерывного накопления сезонных слойков, отличающихся друг от друга размерами слагающих их зерен — тонкозернистый осадок сменялся грубозернистым вследствие ежегодной активизации эрозии во время весеннего таяния. В результате бурения ледников в Антарктиде и Гренландии получены данные о сезонных отложениях льда за более чем восемьсот тысячелетий. В Вайоминге, в сланцах Грин-Ривер, обнаружены тончайшие, толщиной с бумажный лист, слои осадочных отложений, запечатлевшие геологические события, происходившие в течение более миллиона лет. Все эти отложения покоятся на гораздо более древних породах, которые в свою очередь несут следы грандиозных циклов преобразований.

Исследование длительных геологических процессов указывает на еще более масштабные события в истории Земли. Образование Гавайских островов произошло в результате нечастой, но регулярной вулканической активности, когда слои лавы последовательно накладывались друг на друга в течение десятков миллионов лет. Сглаженные очертания Аппалачей и других древних горных массивов объясняются постепенной эрозией, происходившей в течение сотен миллионов лет, прерываемой время от времени грандиозными оползнями. Внезапные сдвиги тектонических плит смещали целые континенты, воздвигали горы и создавали океаны на протяжении всей геологической истории.

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Земля всегда была беспокойной, постоянно развивающейся планетой. Все в ней, от ядра до коры, непрерывно меняется. Даже в наше время и атмосфера, и океаны, и суша подвержены изменениям, хотя, возможно, и не таким интенсивным по сравнению с относительно недавним прошлым. Нелепо было бы не обращать внимания на тревожные признаки таких изменений, и вряд ли мы совершим такую глупость — ведь наш интерес к родной планете так же естествен, как в свое время для Эратосфена. Однако не меньшей глупостью было бы сосредоточиться на текущем состоянии Земли, не используя в полной мере возможность узнать как можно больше об ее удивительном прошлом, изменчивом и непредсказуемом настоящем, а также о нашей собственной роли и месте в ее будущем.

Большая часть моей жизни ушла на изучение нашей живой, сложной, изменчивой планеты. В детстве я собирал камни и минералы, загромождая комнату образцами кристаллов и окаменелостей вперемешку с букашками и костями. Вся моя профессиональная деятельность также отмечена этой одержимостью Землей. Я начал с исследований таких объектов, которые невозможно разглядеть даже в микроскоп, размером с атом, — пытался выявлять молекулярное строение породообразующих минералов, нагревая и сдавливая малюсенькие зерна минералов, чтобы воспроизвести условия «скороварки» в недрах Земли.

Со временем мой интерес сместился в сторону более масштабных геологических событий в пространстве

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

и времени. В десятках разных мест: от пустынь Северной Африки до ледяных просторов Гренландии, от Гавайских островов до высочайших вершин Скалистых гор, от Большого Барьерного рифа у берегов Австралии до древних окаменелых коралловых рифов — природные библиотеки Земли раскрывали передо мной многие миллиарды лет эволюции земных стихий, полезных ископаемых, горных пород и самой жизни. По мере того как мои исследования распространялись на изучение роли минералов в геохимической предыстории происхождения жизни, мне стала открываться взаимосвязь эволюции жизни и минералов на протяжении всей истории Земли — даже более поразительная, чем можно было ожидать; выяснилось, что не только некоторые горные породы возникли в результате жизнедеятельности организмов (что хорошо видно в известняковых пещерах на всех континентах), но и сама жизнь, по всей вероятности, возникла на основе горных пород. За более чем четыре миллиарда лет истории Земли эволюционное развитие минералов и жизни на планете (геология и биология) удивительно переплелись, но только в последнее время эта взаимосвязь привлекла пристальное внимание науки. В 2008 г. эти мысли нашли выражение в провокационной статье в «Эволюция минералов» (Mineral Evolution). У некоторых ученых новые неоднозначные аргументы вызвали одобрение: они расценили, что это открытие способно впервые за последние два столетия поколебать всю систему знаний о минералах, тогда как остальные отнеслись к публикации

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

весьма настороженно, как к еретическому пересмотру основ нашей науки в контексте геологического времени.

Древняя наука минералогия, играющая первостепенную роль во всем, что касается Земли и ее прошлого, отличается, как это ни странно, удивительной статикой и отчужденностью от колебаний научной мысли в целом. Вот уже более двухсот лет минералоги занимаются исключительно исследованием химического состава, плотности, твердости, оптических свойств и кристаллической структуры. Посетите любой естественно-исторический музей — и вы поймете, о чем я говорю: в стеклянных шкафах покоятся великолепные образцы кристаллов, снабженные этикетками, на которых указано название, химическая формула, кристаллическое строение и местонахождение. У этих ценнейших фрагментов Земли богатое историческое прошлое, но вряд ли вы сможете найти какие-либо указания на возраст их образования и последующие геологические преобразования. Традиционный подход разлучает сами минералы с увлекательной историей их бытия.

Эта традиция нуждается в пересмотре. Чем больше мы узнаем о богатейшем прошлом горных пород Земли, тем очевиднее становится тот факт, что вся природа, живая и неживая, претерпевала все новые и новые изменения. Растущее понимание двух реальных категорий, присущих нашей планете, — времени и эволюционных изменений позволяет предположить не только то, как именно появились первые минералы, но и когда это произошло. А недавнее открытие живых организмов

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

в среде, которая традиционно считалась непригодной для жизни, в раскаленных жерлах вулканов, кислотных озерах, арктических льдах и стратосферной пыли — превращает минералогию в ключевую науку среди всех других, которые ищут разгадку происхождения и сохранения жизни на планете. В ноябрьском 2008 г. выпуске ведущего минералогического журнала *American Mineralogist* мы с коллегами опубликовали статью, в которой сформулировали новый подход к минералогическим исследованиям — с учетом невероятных преобразований минералов на неизученном отрезке времени. Мы подчеркнули, что много миллиардов лет назад минералов нигде в космосе вообще не существовало. Никакие кристаллические соединения не могли образоваться и тем более сохраниться в беспредельно раскаленном вихре Большого взрыва. Понадобилось около полумиллиона лет, чтобы в гигантском котле творения мира образовались первые атомы — водорода, гелия и мизерное количество лития. Еще много миллионов лет спустя под воздействием сил гравитации эти первичные газообразные образования сгустились в туманности, которые затем распались на раскаленные плотные ослепительные звезды. И только когда эти первые звезды, взорвавшись, образовали сверхновые звезды, остывающие сгустки газа, содержащего множество элементов, распались на мелкие кристаллики алмазов — и началась космическая сага минералов.

Вот так я превратился в исследователя, одержимого свидетельскими показаниями горных пород, ибо,

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

сколь бы ни были эти свидетельства отрывочными и неопределенными, только они способны поведать историю своего рождения и смерти, остановки и движения, происхождения и развития. Эта никем еще не рассказанная, длинная и многогранная история органических и неорганических образований на Земле, взаимосвязанной эволюции живой и неживой природы поражает воображение. И мы должны услышать ее, поскольку мы сами — это тоже Земля. Все, что обеспечивает нам укрытие и средства к существованию, все то, чем мы владеем, поистине каждый атом и молекула нашей телесной оболочки — все это приходит от Земли и возвращается в Землю. Познать нашу планету означает познать частицу самих себя.

Исследовать историю Земли необходимо еще и потому, что сегодня ее водные ресурсы и атмосфера меняются со скоростью, невиданной за все предыдущие периоды ее существования. Уровень океанов повышается, они сильнее нагреваются и быстрее окисляются. В планетарном масштабе меняется характер осадков, атмосфера становится все более неспокойной. Тают полярные льды, оттаивает тундра, во многих местах изменяется среда обитания. Как нам предстоит узнать, история Земли — это история эволюции, причем в тех редких случаях, когда скорость изменений становилась опасно высокой, живая природа на Земле расплачивалась тяжкими последствиями. Для того чтобы принять обдуманные и своевременные меры во имя собственного будущего, необходимо как можно точнее представлять себе историю

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

нашей планеты. Ибо, как подсказывает нам удивительный снимок Земли, сделанный с расстояния 384 400 км от нее, другого дома в ближнем космосе у нас нет.

Вслед за Эратосфеном и тысячами других пытливых умов я намерен в этой книге поведать историю Земли как длительный процесс изменений. Какой бы понятной и знакомой ни казалась нам наша планета, ее бурное прошлое изобилует такими невероятными событиями, что их даже трудно вообразить. Чтобы лучше узнать свой планетарный дом и постичь бесконечные эпохи, сформировавшие его, нам необходимо прежде всего осознать семь фундаментальных истин.

1. Земля состоит из циклического круговорота атомов.
2. Земля несравнимо древнее истории человека.
3. Земля трехмерна, и большинство процессов скрыто от глаз.
4. Горные породы — это летопись истории Земли.
5. Земные структуры: горные породы, океаны, атмосфера, живая природа — тесно взаимосвязаны.
6. История Земли включает длительные периоды застоя, прерываемые внезапными и необратимыми событиями.
7. Жизнь изменила и продолжает изменять поверхность Земли.

Эти представления о существовании Земли позволяют воспроизвести сложный, причудливый и многослойный узор взаимодействия атомов, минералов,

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

горных пород и жизни на протяжении громадных отрезков времени и пространства; мы будем обращаться к ним на последующих страницах, повествуя о фазах развития планеты от первоначального огненного вихря Вселенной до длительной эволюции планеты Земля. Взаимосвязанная эволюция Земли и жизни — новое направление, лежащее в основе этой книги, — часть необратимой последовательности ступеней эволюции, восходящей к Большому взрыву. Для каждой стадии характерны свои процессы и феномены, которые постоянно преобразуют поверхность нашей планеты, неуклонно прокладывая путь к тому удивительному миру, в котором мы живем. Такова история Земли.

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Глава 1

Рождение

Образование Земли

Миллиарды лет до рождения Земли

Первоначально не существовало ни Земли, ни Солнца, которое согревает ее. Наша Солнечная система, в центре которой располагается сияющая звезда и в которую входят различные планеты со своими спутниками, в космосе появилась сравнительно недавно — всего каких-нибудь 4,567 млрд лет назад. До того как наш мир возник из небытия, произошло многое.

Место для рождения нашей планеты было подготовлено гораздо раньше, в начале начал — в момент Большого взрыва — около 13,7 млрд лет назад, согласно новейшим данным. Этот миг творения мира остается самым смутным, непостижимым и самым решающим событием в истории Вселенной. Он представляется как сингулярность — превращение из ничего в нечто и не поддается объяснению с помощью законов современной физики или логики математики. Если вы склонны искать признаки существования Бога-Творца в космосе, стоит начать поиски с Большого взрыва.

В самом начале пространство, энергия и материя возникли из непостижимой пустоты. Из ничего. Затем появилось нечто. Мы не способны подобрать

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

метафору к этому событию. Наша Вселенная появилась даже не из вакуума, поскольку до Большого взрыва не было ни пространства, ни времени. Понятие «ничто» подразумевает пустоту — но до Большого взрыва не существовало ничего, в чем могла бы существовать пустота.

Затем в мгновение ока появилось не просто нечто, а все, чему предстояло существовать, и все сразу. В этот момент объем Вселенной был меньше ядра атома. Сверхплотный космос появился в виде чистой однородной энергии, и никакие частицы не нарушали его абсолютное единообразие. Вселенная начала стремительно расширяться, однако не во внешнее пространство (у нашей Вселенной не существует внешнего пространства). Ее объем, все еще состоящий из раскаленной энергии, ширился и увеличивался. По мере расширения Вселенная-энергия остывала. Первые субатомные частицы появились в считаные доли секунды после Большого взрыва — это были электроны и кварки, невидимая субстанция всех твердых, жидких и газообразных элементов, составивших наш мир и порожденных чистой энергией. Вскоре после этого, в течение все тех же долей космической секунды, кварки объединились в пары и триплеты, формируя более крупные частицы, включая протоны и нейтроны, входящие в ядро атома. Все эти структуры оставались предельно раскаленными около полумиллиона лет, пока продолжающееся расширение Вселенной не остудило космос до нескольких тысяч градусов — достаточно низкая температура, чтобы

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

прицепить электроны к ядрам и сформировать таким образом первые атомы. В числе этих атомов подавляющее большинство составлял водород (более 90% всех атомов), входил небольшой процент гелия и вкрапления лития. Из смеси этих элементов образовались первые звезды.

Первоначальный свет

Гравитация — великий механизм формирования космических объектов. Атом водорода весьма мелок, но стоит числу атомов увеличиться в 10^{60} раз (это составит триллион триллионов триллионов триллионов триллионов атомов водорода) — и сила их коллективного тяготения неизмеримо возрастет. Гравитация стянет их в центр, формируя звезду — гигантский газовый шар, предельно сжатый в центре. Когда огромный сгусток водорода сжимается, его потенциальная гравитационная энергия преобразуется в кинетическую энергию движущихся атомов, которая в свою очередь преобразуется в тепловую энергию — процесс, аналогичный тому, что происходит при столкновении Земли с астероидом, но сопровождаемый неизмеримо большим высвобождением энергии. Температура в ядре водородного шара повышается до миллионов градусов, а давление — до миллионов атмосфер.

Такая температура и давление инициируют новый феномен, называемый ядерным синтезом. В этих экстремальных условиях ядра двух атомов водорода (каждое

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

из них содержит по одному протону) сталкиваются с такой силой, что ядра сливаются и один из протонов превращается в нейтрон — образуется тяжелый атом водорода. После ряда таких столкновений образуются ядра гелия с двумя протонами. Поразительно, что получившийся в результате атом гелия примерно на 1% легче исходных четырех атомов водорода, из которых он образовался. По мере обогащения звезды гелием за счет водорода она «воспламеняется», излучая энергию в окружающее пространство.

Крупные звезды, многие из которых гораздо больше нашего Солнца, с течением времени исчерпывают громадные запасы водорода, содержащегося в их ядрах. Однако чрезвычайно высокое внутреннее давление и тепловая энергия продолжают поддерживать ядерный синтез. Атомы гелия в звездном ядре превращаются в углерод — необходимый элемент для возникновения жизни, состоящий из шести протонов, и одновременно продолжаются всплески ядерной энергии, вызывающие водородный синтез в сферическом слое, окружающем ядро звезды. Затем из углерода синтезируется неон, из которого рождается кислород, затем формируется магний, потом кремний, сера и т. д. Постепенно звезда приобретает структуру луковицы, в которой ядерный синтез образует один за другим слои из различных элементов. Ядерный синтез все ускоряется до тех пор, пока не наступает фаза образования железа, которая длится не более одного дня. К этому времени, много миллионов лет

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

спустя после Большого взрыва, во многих звездах в процессе ядерного синтеза завершается цикл формирования первых 26 элементов периодической системы.

Железо является предельным элементом ядерного синтеза. Когда водород превращается в гелий, гелий в углерод и происходят все дальнейшие преобразования, высвобождается огромное количество ядерной энергии. Но ядро атома железа содержит наименьшее количество энергии по сравнению с ядрами других элементов. Когда огонь пожирает все топливо, превращая его в золу, тепловая энергия иссякает. Железо представляет собой своего рода ядерную золу; при столкновении атома железа с атомами других элементов ядерная энергия не возникает. Таким образом, когда в массивной звезде неизбежно формируется железное ядро, ее жизненный цикл заканчивается и происходит катастрофа. До этого момента в звезде поддерживается устойчивое равновесие между двумя мощными силами: гравитацией, притягивающей массу звездного вещества к центру, и давлением газа, выталкивающим эту массу из ядра. Когда ядро заполняется железом, процесс выталкивания массы из ядра останавливается, и победившая сила гравитации в один миг порождает катастрофу. Вся масса звезды настолько стремительно обрушивается к центру ядра, что отскок вызывает взрыв, который называют вспышкой сверхновой звезды. Звезда распадается, выбрасывая большую часть своего вещества в космическое пространство.

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

Рождение химии

Для тех читателей, которые пытаются представить себе устройство космоса, рождение сверхновой звезды ничуть не хуже Большого взрыва. Разумеется, Большой взрыв ведет к образованию атомов водорода, которые, в свою очередь, неизбежно приводят к образованию первых звезд. Однако путь от звезды до знакомого нам мира далеко не так очевиден. Огромный шар, состоящий из атомов водорода, даже если в его ядре скапливаются более тяжелые элементы вплоть до железа, еще не указывает верного направления пути.

Но когда взрываются большие звезды, в космосе появляется нечто новое. Распавшиеся небесные тела усеивают космическое пространство всеми элементами, из которых они состояли. Углерод, кислород, азот, фосфор и сера — основные ингредиенты живой материи — появляются в изобилии. Магний, кремний, железо, алюминий и кальций, входящие в состав горных пород, из которых преимущественно и состоят планеты типа Земли, тоже имеются в достаточном количестве. Но в невообразимом поле энергии, порождаемом взрывающимися звездами, все эти элементы в процессе ядерного синтеза создают самые невероятные комбинации — в результате формируется вся Периодическая таблица, т. е. первичные 26 элементов образуют множество других. Именно тогда рождаются такие редкие элементы, как драгоценные металлы — серебро и золото, утилитарные вещества медь и цинк, ядовитые мышьяк

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

и ртуть, радиоактивные уран и плутоний. Более того, эти элементы в космическом пространстве соединяются и взаимодействуют друг с другом во все новых и новых химических реакциях.

Химическая реакция происходит, когда один обычный атом сталкивается с другим таким же. У каждого атома имеется крохотное, но тяжелое ядро, обладающее положительным электрическим зарядом, окруженное облаком из одного или нескольких отрицательно заряженных электронов. Изолированные атомные ядра практически никогда не взаимодействуют, за исключением внутризвездной «скороварки», для которой характерны сверхвысокие температура и давление. Однако электроны разных атомов постоянно сталкиваются друг с другом. Химические реакции происходят в те моменты, когда встречаются два или более атомов и их электроны вступают во взаимодействие и перегруппировываются. Такое перемешивание и связывание электронов случается по той причине, что их определенные комбинации оказываются наиболее устойчивыми, особенно совокупность двух, десяти или 18 электронов.

Первые химические реакции после Большого взрыва порождают молекулы — небольшие группы атомов, тесно связанных между собой. Еще до того, как атомы водорода в результате ядерного синтеза внутри звезд образуют гелий, в вакуумном пространстве глубокого космоса возникают молекулы водорода (H_2), каждая из которых состоит из двух атомов, тесно связанных между собой. У каждого атома водорода только

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

один электрон, т. е. этот атом находится в нестабильном состоянии в условиях космоса, где действует магическое правило двух электронов. Так что встреча двух атомов водорода объединяет их электроны в общую молекулу, обеспечивающую стабильность. Принимая во внимание огромное количество водорода, возникшего в результате Большого взрыва, нетрудно прийти к выводу, что молекулы водорода предшествовали образованию звезд и составляли основную часть космоса с самого начала появления атомов.

Вслед за рождением сверхновых звезд, по мере того как в космосе рассеивались другие элементы, возникало множество интересных молекул. Среди них одним из самых ранних соединений стала вода (H_2O), в молекуле которой два атома водорода соединились с одним атомом кислорода. По всей видимости, именно в пространстве вокруг сверхновых звезд образовались молекулы азота (N_2), аммиака (NH_3), метана (CH_4), монооксида углерода (CO) и диоксида углерода (CO_2). Всем этим видам молекул предстояло сыграть важнейшую роль в формировании планет и появлении живой материи.

Затем образовались минералы — микроскопические твердые образцы химического совершенства и кристаллической структуры. Первые минералы могли появиться только в условиях высокой плотности скоплений минералообразующих элементов и сравнительно низких температур, чтобы атомы смогли образовать кристаллы. Всего несколько миллионов лет спустя после Большого взрыва благоприятные условия для таких

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

реакций возникли в разреженном и остывающем пространстве вокруг первых взорвавшихся звезд. Крошечные кристаллиты чистого углерода в форме алмаза и графита стали, вероятно, первыми минералами во Вселенной. Эти первые кристаллы представляли собой нечто вроде пыли, отдельные частицы были очень мелкие, но, возможно, достаточные по величине, чтобы сверкнуть в космосе бриллиантовым блеском. К первым углеродистым образованиям вскоре добавились другие высокотемпературные твердые вещества, образованные из таких элементов, как магний, кальций, азот и кислород. Среди них были знакомые нам минералы вроде корунда, химического соединения алюминия с кислородом, которое особенно ценится в своих ярких цветных разновидностях — рубинах и сапфирах. Тогда же появились в небольшом количестве хризолиты (силикат магния с другими составляющими), ныне полудрагоценные камни, астрологические знаки рожденных в августе, и муассаниты (карбид кремния), известные в наше время как дешевый искусственный суррогат бриллиантов. Всего в межпланетной пыли содержалось около дюжины известных нам «полезных ископаемых». Таким образом, после взрыва первых звезд Вселенная начинала становиться разнообразнее.

Ничто в космосе не случается единожды (за исключением, пожалуй, Большого взрыва). Рассеянные в космическом пространстве осколки взорвавшихся звезд постоянно подвергались воздействию сил гравитации. Таким путем остатки первого поколения звезд неизбежно

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

порождали новые звездные скопления, формируя туманности, состоявшие из громадных облаков межзвездного газа и пыли, оставшихся после взрыва предыдущих поколений звезд. Каждая новая туманность содержала больше железа и немного меньше водорода, чем предыдущая. Этот цикл продолжался 13,7 млрд лет: старые звезды порождали новые, изменяя структуру космоса. Неисчислимые миллиарды звезд возникли в неисчислимом количестве галактик.

Космические ключи к разгадке

В давние-предавние космические времена, пять миллиардов лет тому назад, наше будущее «место жительства» располагалось на обочине Галактики, на полпути от центра Млечного Пути, в необитаемом спиралевидном рукаве, среди миллионов звезд. В этом скромном уголке мало что можно было обнаружить, кроме гигантского облака, состоявшего из межзвездного газа и ледяной пыли, простиравшегося на много световых лет в космическом мраке. Девять десятых этого облака составляли атомы водорода; из оставшейся доли девять десятых приходилось на атомы гелия. Один оставшийся процент состоял из мелких органических молекул и микроскопических частиц минерального вещества.

Такое газово-пылевое облако может существовать в космическом пространстве много миллионов лет, пока какой-нибудь импульс — например, ударная волна от взрыва ближайшей звезды — не запустит процесс

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>