

УВЕРТЮРА

Величайшая история всех времен

Первоначала вещей <...>
Всякие виды пройдя сочетаний
и разных движений,
В расположенья они наконец
попадают, из коих
Вся совокупность вещей
получилась в теперешнем виде
И, приведенная раз в состояние
нужных движений,
Много бесчисленных лет
сохраняется так...*

Лукреций

Примерно 14 миллиардов лет тому назад, в самом начале времен, все пространство, вещество и энергия известной нам Вселенной могли уместиться на булавочной головке. Вселенная тогда была так горяча, что основные силы природы (мы зовем их взаимодействиями), все вместе описывающие ее устройство, представляли собой одну единую силу. Когда температура Вселенной составляла невообразимые 10^{30} градусов, а ее возраст насчитывал всего лишь 10^{-43} секунд, — а до этого момента все наши теории вещества и пространства

* *Тит Лукреций Кар*. О природе вещей / Пер. с лат. Ф. Петровского.

вообще не имеют никакого смысла, — начали спонтанно появляться, исчезать и вновь появляться черные дыры, рождаясь из энергии единого силового поля. В таких экстремально суровых условиях, по нашим ориентировочным прикидкам, сама структура пространства и времени была жестоко скручена, из-за чего приобрела пористый пенообразный вид. В данный временной промежуток явления, описанные общей теорией относительности Эйнштейна (современная теория гравитации), и явления, объясненные квантовой механикой (описывает вещество в его мельчайших проявлениях), были неотличимы друг от друга.

Вселенная расширилась и остывала, и от единого силового поля отделилась сила тяготения — гравитация. Вскоре после этого сильное ядерное взаимодействие и электрослабое взаимодействие отделились друг от друга: этому сопутствовало выделение огромного объема энергии, которое спровоцировало стремительное увеличение Вселенной в размерах — в 10^{50} раз. Это стремительное расширение, известное в науке как эпоха инфляции, растянуло и разгладило вещество и энергию до такой степени, что разница между их плотностью в двух разных частях Вселенной не превышала одной сотысячной доли.

Далее мы уже можем вооружиться физикой, «обкатанной» и утвержденной в лабораторных условиях. Вселенная была все еще достаточно горячей для того, чтобы фотоны в ее составе могли спонтанно конвертировать свою энергию в пары частиц из вещества и антивещества, которые тут же незамедлительно аннигилировали, возвращая энергию обратно фотонам. По неизвестным нам причинам равновесие между количеством вещества и антивещества во Вселенной было нарушено при предыдущем расщеплении сил, из-за чего вещества в ней стало чуть больше, чем антивещества. Данное неравновесие — важнейший фактор в дальнейшей эволюции

Вселенной: на каждый миллиард частиц антивещества пришелся один миллиард плюс еще одна частица вещества.

Вселенная продолжала остывать, и электрослабое взаимодействие разделилось на электромагнитное и слабое ядерное. Таким образом были сформированы четыре разных и знакомых нам сегодня фундаментальных взаимодействия. Так как общая энергия фотонного бульона продолжала уменьшаться, энергии отдельных фотонов перестало хватать для спонтанного формирования пар частиц вещества и антивещества. В то же время все оставшиеся пары вещества и антивещества одна за другой аннигилировали, оставляя за собой Вселенную, в которой существовала одна частица обычного вещества на каждый миллиард фотонов и никакого антивещества. Если бы вышеописанного неравновесия не приключилось, бесконечно расширяющаяся Вселенная бесконечно состояла бы из света: в ней не было бы больше ничего, в том числе ни одного астрофизика. За промежуток времени продолжительностью примерно три минуты вещество превратилось в протоны и нейтроны, многие из которых соединились в не что иное, как простейшие атомные ядра. В это время свободно перемещающиеся по Вселенной электроны тщательно разнесли фотоны во всех направлениях, создавая в итоге тусклый и непрозрачный бульон из вещества и энергии.

Когда температура Вселенной упала до нескольких тысяч градусов по шкале Кельвина (это немного горячее доменной печи), свободные электроны уже перемещались достаточно медленно для того, чтобы прямо из бульона их понемногу могли выхватить аналогично перемещающиеся ядра: были созданы атомы водорода, гелия и лития — три самых легких химических элемента. Вселенная на данный момент впервые обрела прозрачность и начала пропускать свет. Эти беспечные свободные фотоны мы можем наблюдать сегодня в ка-

честве так называемого космического микроволнового фонового излучения (или реликтового излучения). На протяжении первого миллиарда лет своей истории Вселенная продолжала расширяться и охлаждаться, а вещество под влиянием гравитации понемногу собиралось в огромные сосредоточения, которые мы сегодня называем галактиками. В рамках так или иначе обозримого космоса были сформированы сотни миллиардов таких галактик, каждая из них состоит из сотен миллиардов звезд, в ядрах которых постоянно протекает термоядерный синтез. Ядра звезд, более чем в десять раз превосходящих по своей массе Солнце, достигли температуры и степени давления, достаточных для того, чтобы произвести «на свет» десятки химических элементов, весивших больше водорода, включая элементы, которым предстояло превратиться в целые планеты и зародить жизнь. Эти элементы были бы бесполезными, если бы они навсегда остались внутри звезд. Но смерть звезд с высокой массой сопровождается взрывом, после чего их богатые химическими элементами внутренности рассеиваются по всей галактике, пока не пригодятся где-нибудь еще.

Прошло семь или восемь миллионов лет такого вселенского химического обогащения, и родилась неприметная звезда (Солнце) в неприметном регионе (Орионовом рукаве) неприметной галактики (Млечный Путь) из неприметной части Вселенной (окраины суперкластера* Девы). В газовом облаке, из которого сформировалось Солнце, содержалось большое количество тяжелых химических элементов, их хватило на несколько планет, тысячи астероидов и миллиарды комет. Во время формирования этой звездной системы вещество сжалось и соединилось в отдельные космические тела, вырвавшись из родительского облака газа, но не прекратило

* От англ. supercluster. Называется также сверхскоплением.

вращаться вокруг Солнца. В течение нескольких сотен миллионов лет постоянные встречи с высокоскоростными кометами и другим космическим мусором расплавляли поверхность скальных планет, не давая сформироваться сложным молекулам. Со временем в Солнечной системе остается все меньше и меньше вещества, за счет которого другие тела могли бы еще больше нарастить массу, их поверхности понемногу начинают остывать. Планета, которую мы зовем Землей, родилась на орбите на таком расстоянии от Солнца, на котором в ее атмосфере могут существовать океаны (в основном в жидкой форме). Если бы Земля сформировалась гораздо ближе к Солнцу, ее океаны испарились бы. Если бы она появилась существенно дальше, океанам предстояло бы замерзнуть. В общем, такая жизнь, какой знаем ее мы, на планете не появилась бы.

В толще океанических вод, отличающихся богатым химическим составом, под воздействием неизвестных нам механизмов сформировалась простейшая анаэробная бактерия, которая непринужденно взяла и повысила в богатой углеводородом атмосфере Земли уровень содержания кислорода — повысила настолько, что стало возможно существование аэробных организмов: они могли жить, развиваться и заселять океаны и суши. Те же самые атомы кислорода, обычно встречающиеся парами (O_2), собрались и в группы по три, создав верхний озоновый (O_3) слой атмосферы: он защищает поверхность Земли от большинства ультрафиолетовых фотонов Солнца, весьма недружелюбно настроенных по отношению к земным молекулам.

Своим разнообразием жизнь на Земле и (как мы предполагаем) в других уголках Вселенной обязана изобилию углерода в космическом пространстве и тому бесчисленному количеству молекул, простых и сложных, что когда-то из него получились; в мире существует больше видов углеродных

молекул, чем всех остальных молекул, вместе взятых. Но жизнь — хрупкая штука. Встречи земного шара с крупными объектами, оставшимися после формирования Солнечной системы (раньше они происходили регулярно), до сих пор периодически наносят урон нашей экосистеме. Всего каких-нибудь 65 миллионов лет назад (а это менее 2 % всей истории нашей Земли) астероид весом 10 миллиардов тонн врезался в территорию нынешнего полуострова Юкатан и уничтожил более 70 % наземной флоры и фауны — да-да, включая динозавров, господствующую форму жизни на суше тех времен. Эта экологическая трагедия дала шанс более мелким и выжившим в катастрофе млекопитающим занять освободившиеся на Земле вакансии. Особенно мозговитый отряд этих млекопитающих, которых мы называем приматами, эволюционировал в род и вид *гомо сапиенс*, отличающийся достаточным уровнем интеллекта, чтобы рано или поздно изобрести научные методики и инструменты, астрофизику и разгадать историю происхождения и эволюции Вселенной.

Да, Вселенная когда-то «началась». Да, Вселенная продолжает эволюционировать. И — да, каждый атом вашего тела можно проследить до самых истоков времен, до Большого взрыва и до термоядерных печей в ядрах особо крупных звезд. Мы не просто «находимся» в этой Вселенной — мы являемся ее неотъемлемой частью. Это она нас породила. Можно даже сказать, что Вселенная уполномочила нас, обитателей этого крошечного уголка необъятного космоса, самим во всем разобраться. К чему мы с вами и приступаем.