

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
<i>Первая лекция. Представления о Вселенной</i>	7
<i>Вторая лекция. Расширяющаяся Вселенная</i>	19
<i>Третья лекция. Черные дыры</i>	37
<i>Четвертая лекция. Черные дыры не так уж черны</i>	55
<i>Пятая лекция. Происхождение и судьба Вселенной</i> ...	73
<i>Шестая лекция. Направление времени</i>	97
<i>Седьмая лекция. Теория всего</i>	111
<i>Диски необитаемого острова. Интервью</i>	127

ВВЕДЕНИЕ

В этой серии лекций я попытаюсь вкратце обрисовать историю Вселенной, какой она нам представляется, от Большого Взрыва до черных дыр. Первая лекция содержит краткий обзор существовавших в прошлом представлений о строении мира и рассказ о том, как мы пришли к современной картине. Так что эту лекцию можно назвать хроникой теорий об истории Вселенной.

Вторая лекция объяснит, как теории гравитации Ньютона и Эйнштейна привели к заключению, что Вселенная не может быть стационарной — только расширяющейся, либо сжимающейся. Это, в свою очередь, предполагает, что в какое-то время в интервале от 10 до 20 млрд лет тому назад Вселенная имела бесконечную плотность. То был Большой Взрыв, который, по-видимому, стал «началом» существования Вселенной.

В третьей лекции я расскажу о черных дырах. Они формируются, когда массивная звезда или даже более крупное образование схлопывается под действием собственного тяготения. В соответствии с общей теорией относительности Эйнштейна субъекты, имевшие глупость угодить в черную дыру, будут потеряны навсегда. Они уже не смогут оттуда выбраться. В сингулярности черной дыры истории приходит конец. Впрочем, общая теория относительности — это теория классическая, не берущая в расчет принцип неопределенности квантовой механики.

А квантовая механика, как я покажу в четвертой лекции, допускает ускользание энергии из черных дыр. Черные дыры не так уж черны, как их малюют.

В пятой лекции я приложу идеи квантовой механики к Большому Взрыву и возникновению Вселенной. Это подведет нас к идее, что пространство-время может быть конечным по протяженности, но не иметь границы или края. Это было бы похоже на поверхность Земли, имеющую еще два дополнительных измерения. В шестой лекции я растолкую, как это новое предположение о границах способно объяснить разительное отличие прошлого от будущего при том, что законы физики симметричны относительно времени.

Наконец, в седьмой лекции я обращусь к нашим попыткам найти некую объединенную теорию, охватывающую квантовую механику, тяготение и все остальные физические взаимодействия. Если бы мы преуспели в этом, то смогли бы понять Вселенную и наше место в ней.

ПЕРВАЯ ЛЕКЦИЯ

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВСЕЛЕННОЙ

Еще в 340 г. до н. э. Аристотель в сочинении «О небе» сформулировал два веских довода в пользу того, что Земля скорее круглая, как шар, нежели плоская, как тарелка. Во-первых, он осознал, что лунные затмения возникают из-за прохождения Земли между Солнцем и Луной. Тень Земли на Луне всегда круглая, а подобное возможно, только если Земля имеет сферическую форму. Будь наша планета плоским диском, тень ее была бы вытянутой, эллиптической, за исключением тех случаев, когда в момент затмения Солнце располагается прямо над центром диска.

Во-вторых, из опыта путешествий древние греки вынесли, что в южных странах Полярная звезда стоит ниже над горизонтом, чем в тех, что лежат ближе к северу. Из разницы видимых положений Полярной звезды в Греции и Египте Аристотель даже вывел приближенное значение окружности Земли — около 400 тыс. стадиев. Мы не знаем точно, чему равнялся древнегреческий стадий. Возможно, он составлял около 180 м. Тогда оценка Аристотеля примерно вдвое превосходит принятое ныне значение.

У древних греков имелся и третий аргумент в пользу шарообразности Земли: почему бы еще наблюдатель на берегу сначала замечал над горизонтом парус приближающегося корабля, а лишь затем — его корпус? Аристотель полагал, что Земля неподвижна, а Солнце, Луна, планеты и звезды

движутся вокруг нее по круговым орбитам. Он считал так, поскольку в силу мистических соображений был убежден, что Земля — центр Вселенной, а круговое движение — самое совершенное.

В I в. н. э. Птолемей развил эти идеи в целостную космологическую модель. Земля располагалась в центре, окруженная восемью сферами, несущими на себе Луну, Солнце, звезды и пять известных в то время планет (Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн). Планеты перемещались по малым окружностям, закрепленным на соответствующих сферах, что требовалось для объяснения их весьма сложных наблюдаемых движений по небосклону. На внешней сфере размещались так называемые неподвижные звезды, которые всегда остаются в одинаковом положении относительно друг друга, но все вместе совершают круговое движение по небу. Что лежит за пределами внешней сферы, оставалось неясным, эта область Вселенной не была доступна для наблюдений.

Модель Птолемея позволяла с достаточной точностью предсказывать видимые положения небесных тел. Но для этого пришлось допустить, что Луна, двигаясь по своей траектории, в отдельные моменты подходит к Земле вдвое ближе, чем в другие. А это означало, что периодически Луна должна казаться вдвое больше обычного. Птолемей знал об этом недостатке, тем не менее его модель была принята если не всеми, то абсолютным большинством. Она была одобрена христианской церковью, как картина мира, согласующаяся со Священным Писанием. Большим преимуществом в глазах богословов было то, что эта модель оставляла за пределами сферы неподвижных звезд достаточно места для рая и ада.

Тем не менее в 1514 г. польский каноник Николай Коперник предложил гораздо более простую космологическую теорию. Сначала, опасаясь обвинений в ереси, он обнародовал свою модель анонимно. Он считал, что в центре располагается

неподвижное Солнце, а Земля и остальные планеты обращаются вокруг него по круговым орбитам. К несчастью для Коперника, прошло почти столетие, прежде чем его идеи были приняты всерьез. Лишь тогда два астронома — немец Иоганн Кеплер и итальянец Галилео Галилей — публично выступили в поддержку теории Коперника, несмотря на то что предсказываемые ею движения не вполне совпадали с наблюдаемыми. Теория Аристотеля–Птолемея фактически «умерла» только в 1609 г. В тот год Галилей приступил к изучению ночного неба при помощи недавно изобретенного телескопа.

Наблюдая Юпитер, Галилей заметил, что планету сопровождают несколько небольших спутников (лун), которые обращаются вокруг нее. Это опрокидывало убеждение Аристотеля и Птолемея, что все небесные тела обращаются непосредственно вокруг Земли. Конечно, можно было по-прежнему считать, что Земля покоится в центре Вселенной, а спутники Юпитера движутся вокруг нее по исключительно сложным траекториям, создающим видимость их обращения вокруг Юпитера. Однако теория Коперника была гораздо проще.

Примерно в это же время Кеплер развил модель Коперника, предположив, что планеты движутся не по круговым, а по эллиптическим орбитам. Предсказания теории теперь окончательно совпали с наблюдениями. Однако сам Кеплер рассматривал эллиптические орбиты как искусственную гипотезу, притом весьма досадную, потому что эллипс — фигура не столь совершенная, как круг. Открыв (почти случайно), что эллиптические орбиты соответствуют наблюдениям, Кеплер не мог согласовать это со своей идеей, что планеты обращаются вокруг Солнца под действием магнитных сил.

Объяснение нашлось гораздо позднее, в 1687 г., когда Ньютон опубликовал свои «Математические начала натуральной философии». Это, по-видимому, самый важный из когда-

либо публиковавшихся научных трудов по физике. В нем Ньютон не только развил теорию движения тел в пространстве и времени, но и разработал математический аппарат для анализа этого движения. Вдобавок он сформулировал закон всемирного тяготения. Этот закон гласит, что каждое тело во Вселенной притягивается к любому другому телу с силой, величина которой тем больше, чем массивнее тела и чем ближе они находятся друг к другу. Именно эта сила заставляет тела падать на Землю. История же со свалившимся на голову Ньютона яблоком почти наверняка сомнительна. Сам Ньютон упоминает лишь о том, что идея о земном тяготении пришла к нему, когда он, пребывая в созерцательном настроении, заметил падение яблока.

Ньютон показал, что, согласно его закону, тяготение заставляет Луну обращаться по эллиптической орбите вокруг Земли, а Землю и все остальные планеты — следовать по эллиптическим траекториям вокруг Солнца. Модель Коперника покончила с небесными сферами Птолемея, а заодно и с представлением о том, что Вселенная имеет какую-то естественную границу. Так называемые неподвижные звезды не меняют своего взаимного положения при движении Земли вокруг Солнца. Поэтому сама собой напрашивалась мысль, что это объекты, подобные нашему Солнцу, но расположенные гораздо дальше. И это рождало вопросы. Ньютон понимал, что, согласно его собственной теории тяготения, звезды должны притягиваться между собой, а стало быть, не могут оставаться абсолютно неподвижными. Почему же тогда они не упадут друг на друга, собравшись в одну точку?

В письме 1691 г., адресованном Ричарду Бентли, другому видному мыслителю того времени, Ньютон отмечает, что подобное неизбежно случилось бы, будь число звезд конечным. Однако, продолжает он, если бесконечное число звезд рас-

пределено более-менее однородно в бесконечном пространстве, такого не может произойти, потому что нет никакой центральной точки, в которую они могли бы упасть. Этот аргумент — пример ловушки, в которую можно угодить, рассуждая о бесконечности.

В бесконечной Вселенной каждая точка может считаться центральной, поскольку в любом направлении от нее находится бесконечное число звезд. Правильный подход, как стало ясно намного позднее, заключается в том, чтобы рассматривать конечную область, в которой все звезды притягиваются друг к другу. Но тогда можно поставить вопрос, что же изменится, если добавить звезд, распределив их приблизительно равномерно за пределами этой области. В соответствии с законом Ньютона эти добавленные звезды не изменят ничего и звезды в ограниченной области будут приближаться друг к другу с прежней скоростью. Можно добавить сколько угодно звезд — коллапс будет неизбежен. Сегодня мы знаем, что невозможно построить бесконечную стационарную модель Вселенной, в которой гравитация всегда оказывает притягивающий эффект.

И вот интересная особенность общего образа мыслей до XX в.: никто не предполагал, что Вселенная расширяется или сжимается. Было принято считать, что она либо существовала вечно в неизменном виде, либо была сотворена некогда в прошлом примерно такой, какой мы видим ее сегодня. Отчасти такие представления могли быть обусловлены склонностью людей верить в вечные истины и находить утешение в мысли, что Вселенная не меняется, пусть сами они стареют и умирают.

Даже понимавшие, что теория тяготения Ньютона не допускает существования стационарной Вселенной, не заходили настолько далеко, чтобы предположить возможность

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

Размещение полного текста данного произведения
невозможно в связи с ограничениями по IV части ГК РФ

Эту книгу вы можете прочитать
в Оренбургской областной универсальной
научной библиотеке им. Н. К. Крупской
по адресу: г. Оренбург, ул. Советская, 20
тел. для справок: (3532) 77-08-50

