

Ньютон образно сформулировал этот вопрос и свой ответ на него. Представим себе ведро с водой. Если мы будем вращать ведро вокруг вертикальной оси, неподвижной относительно звезд, то поверхность воды примет параболическую форму; с этим все согласятся. Предположим, однако, что вместо вращения ведра мы каким-то образом привели звезды во вращение вокруг ведра, так что относительное движение осталось одно и то же. Ньютон считал, что если бы мы вращали звезды, то поверхность воды осталась бы плоской. Согласно этой точке зрения, существует *абсолютное* вращение и *абсолютное* ускорение. Из опыта мы не знаем, можно ли полностью описать и сопоставить с результатами локальных измерений в лаборатории все явления, происходящие с вращающимся ведром воды, никак не относя их к звездам.

Противоположная точка зрения о том, что *имеет значение только ускорение относительно неподвижных звезд*, представляет собой гипотезу, обычно называемую принципом Маха. Хотя не имеется ни экспериментального подтверждения, ни опровержения этой точки зрения, некоторые физики, включая Эйнштейна, нашли, что этот принцип а priori представляет интерес. Другие физики придерживаются противоположного мнения. Этот вопрос имеет значение для теоретической космологии.

Если считать, что среднее движение всей остальной части Вселенной влияет на состояние любой одиночной частицы, то возникает целый ряд связанных с этим вопросов, и путей к ответу на них пока не видно. Имеются ли какие-либо другие взаимные связи между свойствами одиночной частицы и состоянием остальной части Вселенной? Изменится ли заряд электрона или его масса или энергия взаимодействия между нуклонами *), если бы как-то изменились число частиц во Вселенной или плотность их распределения? До настоящего времени нет ответа на этот глубокий вопрос о соотношении между далекой Вселенной и свойствами отдельных частиц.

3.4. Абсолютная и относительная скорость

Имеет ли абсолютная скорость какой-либо физический смысл? Согласно всем опытам, выполненным к настоящему времени, ответ должен быть такой: *нет, не имеет*. Таким образом, мы пришли к фундаментальной гипотезе — *принципу относительности Галилея*:

Основные законы физики одинаково формулируются для всех систем отсчета, которые движутся с постоянной скоростью (т. е. без ускорения) относительно друг друга.

Согласно этому принципу, наблюдатель, находящийся в кабине без окон, не может экспериментально определить, покоится ли он

*) Нуклон — это протон или нейтрон; антинуклон — это антипротон или антинейтрон.

или находится в равномерном прямолинейном движении относительно неподвижных звезд. Только смотря в окно и имея, таким образом, возможность сравнить свое движение с движением звезд, наблюдатель может сказать, что он находится относительно них в равномерном движении. Даже тогда он не мог бы решить, что движется: он сам или звезды. Принцип относительности Галилея был одним из первых основных принципов физики. Он являлся основным для данной Ньютоном картины Вселенной. Этот принцип выдержал многократную экспериментальную проверку и служит сейчас одним из краеугольных камней для специальной теории относительности. Это настолько замечательная своей простотой гипотеза, что ее следовало бы серьезно рассматривать, даже если бы она не была так очевидна. Как мы увидим в гл. 11, принцип относительности Галилея полностью согласуется со специальной теорией относительности.

Как мы можем применить этот принцип? Утверждение, что абсолютная скорость не имеет смысла в физике, частично ограничивает форму и содержание всех физических законов, как известных, так и еще не открытых. Если этот принцип справедлив, то законы физики должны одинаково формулироваться для двух наблюдателей, движущихся с различными скоростями, но без относительного ускорения? Предположим, что оба они наблюдают какое-то отдельное явление, например столкновение двух частиц. Из-за различия скоростей наблюдателей каждый из них дает описание наблюдаемого явления, отличающееся от описания, данного другим наблюдателем. На основании законов физики мы можем предсказать, как взаимодействуют эти частицы, каковы будут наблюдения одного наблюдателя и, наконец, как то же взаимодействие частиц представляется второму наблюдателю.

Таким образом, формулировка законов физики для второго наблюдателя может быть выведена из их формулировки для первого наблюдателя посредством двух различных способов рассуждения. Первый из них — это гипотеза, что обе формулировки одинаковы. Другой способ — мы можем сформулировать эти законы для второго наблюдателя, предсказав, каковы должны быть результаты его наблюдений над явлениями, которые были описаны с помощью законов физики, сформулированных для первого наблюдателя. Для всех известных нам физических законов оба способа дают одинаковые результаты. Мы начнем наш анализ с того, что установим некоторые эмпирические особенности характера описания одного и того же физического явления двумя наблюдателями, один из которых движется относительно другого с постоянной скоростью.

3.5. Преобразование Галилея

Если мы проанализируем, как два наблюдателя измеряют данные интервалы длины и времени, то мы сможем сравнить результаты измерений других физических величин, произведенных этими