

и введя эти отклонения в качестве отрицательных поправок в наши условия для галилеевой системы отсчета. При этом вовсе не требуется производить измерения положений относительно звезд. Можно вполне надежно описать движение тел, используя такие непосредственно наблюдаемые явления, как вращение плоскости колебаний маятника Фуко относительно Земли или отклонение падающего тела от направления отвеса. Даже если оператор центра управления ракетой, выводя спутник на орбиту, находит удобным ориентироваться по наблюдениям за Полярной звездой, очевидно, что его приборы должны давать показания относительно земных ориентиров... В галилеевой системе отсчета вращающееся тело сохраняет положение плоскости вращения неизменным относительно этой системы отсчета после того, как это тело было приведено во вращение и затем изолировано от действия сил; следовательно, оно сохраняет неизменным направление оси вращения».

### 3.3. Абсолютное и относительное ускорение

Итак, можно найти инерциальную систему отсчета, т. е. такую систему отсчета, в которой с очень большой точностью сила  $\mathbf{F}$  равна  $M\mathbf{a}$ . Это много раз подтверждено на опыте. Мы установили, что в инерциальной системе отсчета все силы, действием которых объясняется движение галактик, звезд, атомов, электронов и т. д., обладают тем общим свойством, что величина силы, действующей на тело, обязательно уменьшается по мере того, как это тело удаляется все дальше и дальше от своих соседей. Мы увидим, что если избрать неинерциальную систему отсчета, то появятся *кажущиеся* силы, которые не обладают этим свойством, т. е. они не обусловлены присутствием других тел вблизи данного тела.

Существование инерциальных систем отсчета приводит к сложному вопросу, остающемуся без ответа: какое влияние оказывает вся прочая материя во Вселенной на опыт, производимый в лаборатории на Земле? Предположим, например, что в какой-то момент всей материи во Вселенной, за исключением той ее части, которая находится в непосредственной близости к нашей Земле, сообщено большое ускорение  $\mathbf{a}$ . Частица, находящаяся на Земле под действием сил, сумма которых равна нулю, не имела ускорения относительно неподвижных звезд. Когда эти звезды станут двигаться с ускорением, то будет ли эта частица, вначале не находившаяся под действием сил, продолжать двигаться без ускорения относительно далеких звезд, ранее не имевших ускорения, или же изменится характер ее движения относительно своего непосредственного окружения? Существует ли различие между ускоренным движением частицы с ускорением  $+\mathbf{a}$  и ускоренным движением звезд с ускорением  $-\mathbf{a}$ ? Если играет роль только относительное ускорение, то ответом на последний вопрос будет *нет*; если же абсолютное ускорение, то ответ будет *да*. Это принципиальный вопрос, остающийся без ответа, но его нелегко подвергнуть экспериментальному исследованию.

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.