

# ГЛАВА I

## ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

### § 1. Координаты и время

Пространство и время — понятия первичные. В общефилософском смысле пространство и время суть формы существования материи. Простейшим понятием, относящимся к пространству и времени, является точка пространства, рассматриваемая в определенный момент времени. Чтобы „отметить“ точку в пространстве, нужно поместить туда материальное тело достаточно малых размеров. Положение этого тела может быть задано только по отношению к другим материальным телам, ибо никакой „вросшей в пространство“ и независимой от материальных тел градусной сетки не существует. Когда выбрана система отсчета или „базис“, т. е. система материальных тел, по отношению к которой рассматривается положение данного тела-точки, это положение может быть задано тремя координатами, относящимися к определенному моменту времени, отсчитываемому по „часам“ базиса. В общем случае координаты суть вспомогательные величины, характеризующие расположение тел по отношению к базису и позволяющие вычислить, по законам евклидовой геометрии (или ее обобщения — геометрии Римана), взаимное расположение тел, в частности их взаимные расстояния и углы между направлениями, их соединяющими. В качестве координат обычно берут прямолинейные прямоугольные координаты, ибо они проще всего связаны с длинами и расстояниями, но допустимы и всякие другие (криволинейные) координаты, например, два угла, характеризующих направление на рассматриваемое тело-точку, и расстояние до него.

Необходимо подчеркнуть, что как самые координаты, так и вычисляемые при помощи них взаимные расстояния, углы и другие величины, характеризующие взаимное расположение тел, получают определенный смысл лишь в предположении определенного базиса. Точно так же и моменты времени, к которым относятся координаты и расстояния, а также промежутки времени, становятся определенными лишь в предположении определенного базиса и определенного отсчета времени на базисе, т. е. в предположении определенной системы отсчета.

Таким образом, переменные  $x, y, z, t$  (координаты и время), с которыми мы будем иметь дело в дальнейшем, связаны с базисом.

## § 2. Положение тела в пространстве в данный момент времени в заданной системе отсчета

Отвлечемся сперва от роли времени и рассмотрим обычные способы определения расположения предметов в пространстве. В принципе эти способы основаны, кроме гипотезы о применимости евклидовой геометрии к реальному физическому пространству, на двух предположениях: о существовании твердых тел и о прямолинейности распространения света. В самом деле, чтобы найти положение удаленного предмета, необходимо отмерить твердым жезлом определенный базис (в смысле обычной триангуляции) и засечь при помощи лучей света направления на предмет из разных точек этого базиса. Предполагая лучи света прямолинейными, можно вычислить тогда по законам евклидовой геометрии расстояние до предмета и все другие данные, характеризующие его положение. Прямолинейность лучей света в вакууме есть основной постулат; прямолинейность лучей в атмосфере является приближенной и должна контролироваться (учет рефракции и т. п.). Справедливость законов евклидовой геометрии для реального физического пространства следует рассматривать как опытный факт, а не как априорное допущение. Действительно, хотя эти законы оправдываются с огромной степенью точности, теория всемирного тяготения Эйнштейна как раз и основана на рассмотрении малых отклонений от них.

Таким образом, свойства света и свойства твердых тел играют основную роль в установлении геометрии реального физического пространства.

Необходимо, однако, заметить, что понятие твердого тела является здесь в известной мере вспомогательным понятием. Абсолютно твердых тел не существует; реальные физические тела могут рассматриваться как твердые и обладающие неизменными геометрическими размерами лишь приближенно и лишь при определенных условиях (постоянство температуры, отсутствие упругих колебаний и т. п.). Неизменность эталона длины с наибольшей точностью может быть проверена путем сравнения его с длиной волны определенной спектральной линии. Таким образом, понятие длины сводится, в конечном счете, к свойствам атомов (или молекул), излучающих данную линию, и к свойствам света.

Другой возможный способ определения положения предметов в пространстве, принципиально отличный от триангуляции, есть радиогодезия или радиолокация. В принципе этот способ заключается в том, что с некоторого пункта посылаются радиосигналы, которые отражаются от наблюдаемого предмета и возвращаются