

§ 5. Принцип относительности (в узком смысле)

Для возможно большей наглядности мы снова будем исходить из нашего примера равномерно движущегося железнодорожного вагона. Назовем его движение равномерной трансляцией («равномерной» — так как оно имеет постоянные скорость и направление, и «трансляцией» — так как вагон, меняя свое положение относительно железнодорожного полотна, не испытывает никаких вращений). Пусть в воздухе летит ворона, прямолинейно и равномерно, если наблюдать с полотна железной дороги. Тогда с точки зрения наблюдателя, находящегося в движущемся вагоне, скорость этой вороны будет иметь другую величину и направление, но движение также будет прямолинейным и равномерным. Или в абстрактной форме: если масса m движется прямолинейно и равномерно относительно системы координат K , то она движется прямолинейно и равномерно также и по отношению к другой системе координат K' , в случае, если последняя движется равномерно и прямолинейно относительно K . Отсюда, с учетом рассуждений предшествующих параграфов, вытекает следующее.

Если K — галилеева система координат, то и всякая другая система координат K' , движущаяся относительно K равномерно и прямолинейно, также является галилеевой системой. В системе K' , так же как и в системе K , выполняются законы механики Галилея — Ньютона.

Сделаем еще один шаг в сторону обобщения, высказав следующее утверждение. Если K' — система координат, движущаяся равномерно и без вращения относительно системы K , то явления природы протекают относительно системы K' по тем же общим законам, что и относительно системы K . Это положение мы называем «принципом относительности» (в узком смысле).

Пока существовало убеждение, что все явления природы могут быть описаны с помощью классической механики, можно было не сомневаться в справедливости этого принципа относительности. Однако с новейшим развитием электродинамики и оптики становилось все более очевидным, что одной классической механики недостаточно для полного описания физических явлений. Тем самым вопрос о справедливости принципа относительности стал весьма спорным, причем не исключалась возможность отрицательного ответа на этот вопрос.

Тем не менее имеются два общих факта, которые говорят в пользу справедливости принципа относительности. Если классическая механика

ка и не дает достаточно широкой базы для описания *всех* физических явлений, то в ней все же содержится весьма значительная доля истины; достаточно вспомнить, что она с поразительной отчетливостью описывает реальные движения небесных тел. Поэтому принцип относительности в области *механики* должен выполняться также с большой точностью. Однако априори маловероятно, чтобы столь общий принцип, выполняющийся с такой точностью в *одной* области явлений, был неприменим в другой области явлений.

Второй аргумент, к которому мы позднее вернемся, состоит в следующем. Если принцип относительности (в узком смысле) не выполняется, то равномерно движущиеся относительно друг друга галилеевы системы координат K , K' , K'' и т. д. *неравноценны* для описания явлений природы. Тогда единственным мыслимым предположением было бы то, что законы природы могут быть особенно просто и естественно сформулированы только тогда, когда из всех галилеевых систем координат выбрана в качестве исходной *одна* система K_0 , имеющая определенное состояние движения. Тогда мы вправе были бы (ввиду преимуществ в описании природы) считать эту систему «абсолютно покоящейся», а другие галилеевы системы — «движущимися». Если бы, например, железнодорожное полотно было системой K_0 , то наш вагон был бы системой K , относительно которой были бы справедливы более сложные законы, чем относительно системы K_0 . Эта большая сложность объяснялась бы тем, что вагон K («действительно») движется относительно K_0 . В этих общих законах природы, сформулированных относительно системы K , должны были бы играть роль величина и направление скорости движения вагона. Можно было бы, например, ожидать, что высота звука органной трубы была бы иной, если бы ось последней была параллельна направлению движения, чем в случае, если бы она была перпендикулярна этому направлению. Но наша Земля, ввиду ее движения по орбите вокруг Солнца, может сравниться с вагоном, движущимся со скоростью около 30 км/сек. Поэтому, в случае неприменимости принципа относительности, следовало бы ожидать, что в законы природы должно войти направление движения Земли в каждый данный момент, т. е. поведение физических систем должно зависеть от их пространственной ориентации относительно Земли. В самом деле, вследствие изменения в течение года направления скорости орбитального движения Земли, последняя не может в течение всего года оставаться в покое относительно гипотетической системы. Но при всей

тщательности наблюдений до сих пор не удалось обнаружить подобную анизотропию земного физического пространства, т. е. физическую неравноценность различных направлений. Этот аргумент в пользу принципа относительности является особенно веским.

§ 6. Теорема сложения скоростей в классической механике

Пусть железнодорожный вагон, с которым мы уже не раз имели дело, движется по рельсам с постоянной скоростью v . Человек, находящийся в вагоне, идет вдоль вагона со скоростью w в направлении движения вагона. С какой скоростью W передвигается этот человек относительно полотна железной дороги? Единственный возможный ответ может быть дан, по-видимому, из следующего рассуждения. Если бы человек остановился на одну секунду, то он переместился бы вперед относительно полотна дороги на отрезок v , равный скорости движения вагона. Но в действительности человек в течение этой секунды, кроме того, перемещается и относительно вагона, а следовательно, и относительно полотна дороги, на отрезок w , равный скорости его движения по вагону. Таким образом, в течение рассматриваемой секунды он перемещается относительно полотна дороги всего на расстояние

$$W = v + w.$$

В дальнейшем мы увидим, что все это рассуждение, выражающее теорему сложения скоростей в классической механике, неверно и, следовательно, только что записанный закон не соответствует действительности. Однако временно мы будем считать его верным.

§ 7. Кажущаяся несовместимость закона распространения света с принципом относительности

Вряд ли имеется в физике более простой закон, чем тот, согласно которому распространяется свет в пустом пространстве. Всякий школьник знает, или по крайней мере думает, будто он знает, что свет распространяется прямолинейно со скоростью 300 000 км/сек. Мы знаем, во всяком случае с большой точностью, что эта скорость одинакова