

I. Кинематическая часть

§ 1. Принцип постоянства скорости света.

Определение времени. Принцип относительности

Для описания какого-либо физического процесса мы должны уметь измерять происходящие в отдельных точках пространства изменения в пространстве и времени. Для пространственного измерения процесса бесконечно малой длительности (точечного события), происходящего в элементе пространства, необходимо иметь декартову систему координат, т. е. три жестких стержня, расположенных перпендикулярно друг другу и жестко между собой связанных, а также жесткий единственный масштаб¹. Геометрия позволяет определить положение точки или место точечного события тремя числами (координатами x, y, z)². Для измерения времени точечного события нам нужны часы, которые покоятся относительно системы координат и в непосредственной близости от которых происходит точечное событие. Время точечного события определяется одновременным показанием часов.

Представим себе, что во многих точках расположены покоящиеся относительно системы координат часы. Пусть все они равноценны, т. е. разность показаний двух таких часов не изменяется. Если представить себе, что эти часы каким-то образом синхронизованы, то совокупность часов, расположенных на достаточно малых расстояниях, позволяет определить время любого точечного события при помощи ближайших часов.

Однако совокупность этих показаний часов еще не дает нам «время» в том виде, в каком оно нужно для физических целей. Кроме того, нам требуется еще рецепт, по которому эти часы могут быть сверены друг с другом.

Предположим теперь, что часы могут быть сверены так, что скорость распространения каждого светового луча в вакууме, измеренная с помощью этих часов, везде равна универсальной постоянной с при условии, что система координат является неускоренной. Пусть на рас-

¹Здесь и в дальнейшем вместо «жестких» тел можно говорить о твердых телах, не подверженных действию деформирующих сил.

²Для этого необходимы еще вспомогательные стержни (линейки, циркули).

стоянии r друг от друга расположены две покоящиеся относительно системы координат точки A и B , снабженные часами, и пусть t_A — показание часов в A , когда в точку A прибывает распространяющийся через вакуум в направлении AB световой луч, а t_B — показание часов в точке B в момент прибытия светового луча в B ; тогда, как бы ни двигались источник света, испустивший луч, и другие тела, всегда должно выполняться равенство

$$\frac{r}{t_B - t_A} = c.$$

Действительно ли осуществляется в природе сделанное здесь предположение, которое мы назовем «принципом постоянства скорости света»? Это ни в коем случае не очевидно; однако, по крайней мере для системы координат в определенном состоянии движения, оно стало вероятным благодаря подтверждениям, которые получила на опыте¹ теория Лоренца², основанная на предпосылке о существовании абсолютно покоящегося эфира.

Совокупность показаний всех сверенных указанным образом часов, которые можно представить себе покоящимися относительно системы координат и расположенными в заданных точках пространства, мы назовем временем, принадлежащим используемой системе координат, или, коротко, временем этой системы.

Эту систему координат вместе с единичным масштабом и часами, служащими для определения времени системы, мы назовем «системой отсчета S ». Представим себе, что законы природы определены относительно системы S , первоначально покоившейся относительно Солнца. Пусть затем система S ускоряется некоторым внешним воздействием в течение некоторого времени и затем снова приходит в состояние неускоренного движения. Как будут выглядеть законы природы, если все явления изучать в системе отсчета, находящейся теперь в новом состоянии движения?

В ответ на этот вопрос мы сделаем логически простейшее и под-
сказываемое опытом Майкельсона и Морли предположение: *законы при-*

¹ В особенности следует учитывать, что эта теория дает коэффициент увлечения (опыт Физо) в согласии с опытом.

² Н. А. Lorentz. Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegter Körper (Leiden, 1895). [Перевод двух параграфов этой книги (89 и 92) помещен в сборнике «Принцип относительности», под заглавием: «Интерференционный опыт Майкельсона». ГТТИ, 1934. — Прим. ред.]

роды не зависят от состояния движения системы отсчета, по крайней мере, если она не ускорена.

В дальнейшем мы будем опираться как на это предположение, которое мы назовем «принципом относительности», так и на только что указанный принцип постоянства скорости света.

§ 2. Общие замечания о пространстве и времени

1. Рассмотрим ряд неускоренных, движущихся с равной скоростью (покоящихся относительно друг друга) жестких стержней. Согласно принципу относительности, мы заключаем, что законы пространственного расположения этих тел относительно друг друга не меняются при изменении движения всей системы этих тел. Отсюда следует, что законы геометрии всегда определяют возможности одинакового размещения твердых тел, независимо от их общего движения. Поэтому высказывания о форме неускоренно движущегося тела имеют непосредственный смысл. Форму тела в указанном смысле мы назовем «геометрической формой». Последняя, очевидно, не зависит от состояния движения системы отсчета.

2. Согласно данному в § 1 определению времени, указание времени имеет смысл только по отношению к системе отсчета, движущейся определенным образом. Поэтому можно предположить (в дальнейшем это будет показано), что два пространственно разделенных события, которые относительно системы отсчета S являются одновременными, в общем случае не будут одновременными относительно системы отсчета S' , движущейся по отношению к системе S .

3. Пусть тело, состоящее из материальных точек P , как-то движется относительно системы отсчета S . К моменту времени t в системе S каждая материальная точка P обладает в S определенным положением, т. е. совпадает с определенной, покоящейся относительно S точкой Π . Совокупность положений точки Π относительно системы координат S мы назовем положением, а совокупность взаимных связей между положениями точки Π — кинематической формой тела относительно S в момент времени t . Если тело покоится относительно S , его кинематическая форма относительно S тождественна его геометрической форме.

Ясно, что покоящийся относительно системы S наблюдатель может определить в S лишь *кинематическую форму* тела, движущегося относительно S , а не его геометрическую форму.