

распространяется относительно полотна дороги со скоростью  $c$ , то, казалось бы, поэтому скорость распространения света относительно вагона должна быть иной — в противоречии с принципом относительности.

В связи с этой дилеммой кажется неизбежным отказаться либо от принципа относительности, либо от простого закона распространения света в пустоте. Читатель, внимательно следивший за изложенными выше рассуждениями, несомненно, считает, что принцип относительности, являющийся почти неоспоримым в силу своей естественности и простоты, должен быть сохранен, тогда как закон распространения света в пустоте следует заменить более сложным законом, совместимым с принципом относительности. Однако развитие теоретической физики показало, что этот путь неприемлем. Глубокие теоретические исследования электродинамических и оптических процессов в движущихся телах, выполненные Г. А. Лоренцом, показали, что опыты в этих областях приводят к необходимости такой теории электромагнитных явлений, неизбежным следствием которой является закон постоянства скорости света в пустоте. Поэтому ведущие теоретики были скорее склонны отказаться от принципа относительности, хотя и не удавалось найти ни одного экспериментального факта, противоречащего этому принципу.

Здесь и выступила на сцену теория относительности. В результате анализа физических понятий времени и пространства было показано, что *в действительности принцип относительности и закон распространения света совместимы* и что, систематически придерживаясь обоих этих законов, можно построить логически безупречную теорию. Основные положения этой теории, которую, в отличие от ее обобщения, мы называем «специальной теорией относительности», будут изложены ниже.

## § 8. О понятии времени в физике

В двух весьма удаленных друг от друга местах  $A$  и  $B$  нашего железнодорожного полотна в рельсы ударила молния. Кроме того, я утверждаю, что оба эти удара произошли *одновременно*. Если теперь я спрошу тебя, читатель, имеет ли какой-либо смысл это последнее утверждение, то ты уверенно ответишь мне: «Да». Однако, если я попрошу тебя более точно объяснить мне смысл этого моего утверждения, то после некоторого размышления ты заметишь, что ответ на этот вопрос не так прост, как это кажется на первый взгляд.

Через некоторое время тебе, быть может, придет в голову следующий ответ: «Смысл этого утверждения ясен сам по себе и не нуждается в дальнейших объяснениях; однако я должен несколько подумать, получив предложение определить путем наблюдений, происходят ли в данном конкретном случае оба явления одновременно». Но я не могу удовлетвориться этим ответом по следующим основаниям. Предположим, что некоторый искусный метеоролог установил путем остроумных исследований, что в местах  $A$  и  $B$  удар молнии должен происходить всегда одновременно; тогда возникает задача проверить, соответствует ли действительности этот теоретический результат. Аналогично обстоит дело со всеми физическими утверждениями, в которых играет роль понятие «одновременности». Это понятие существует для физика лишь в том случае, если имеется возможность найти в конкретном случае, соответствует ли действительности это понятие. Следовательно, необходимо такое определение одновременности, которое дало бы метод, позволяющий в каждом данном случае решить на основании экспериментов, вспыхивают ли обе молнии одновременно. Пока это требование не выполнено, я как физик (так же как и нефизик) впадаю в самообман, связывая какой-то смысл с утверждением одновременности. (Не читай дальше, любезный читатель, прежде чем ты не согласишься с этим вполне.)

После некоторых размышлений ты предлагаешь следующий способ констатировать одновременность. Отрезок  $AB$  измеряется вдоль рельсового пути и в середине  $M$  отрезка находится наблюдатель, снабженный устройством (например, двумя зеркалами, расположенными под углом  $90^\circ$  друг к другу), которое позволяет ему наблюдать одновременно оба места  $A$  и  $B$ . Если наблюдатель воспринимает обе молнии одновременно, то они произошли одновременно.

Я очень доволен этим предложением, однако считаю вопрос не вполне выясненным и вынужден выдвинуть следующее возражение: «Твое определение было бы безусловно правильным, если бы я уже знал, что свет от удара молнии, воспринимаемый наблюдателем в точке  $M$ , распространяется с одинаковой скоростью на отрезках  $AM$  и  $BM$ . Однако доказательство этой предпосылки было бы возможно лишь в том случае, если бы мы имели способ измерения времени. Таким образом, здесь получается замкнутый логический круг».

После некоторого дальнейшего размышления ты не без основания бросишь на меня несколько презрительный взгляд и скажешь: «Я все же

считаю свое первоначальное определение справедливым, так как в нем не содержится никаких предположений о свете. К определению одновременности можно предъявлять лишь одно требование, а именно: чтобы в каждом реальном случае можно было опытным путем решить вопрос о справедливости введенного понятия. Мое определение бесспорно удовлетворяет этому требованию. Утверждение, что свет проходит расстояния  $AM$  и  $BM$  в одно и то же время, в действительности не является *предпосылкой* или *гипотезой* о физической природе света, а *утверждением*, которое можно сделать на основании свободного выбора, чтобы прийти к определению одновременности.

Ясно, что этим определением можно воспользоваться для того, чтобы придать точный смысл понятию одновременности не только двух, но и сколь угодно большого числа событий, независимо от того, как расположены места этих событий относительно тела отсчета (в нашем примере относительно железнодорожного полотна)<sup>1</sup>. Это приводит нас к определению «времени» в физике. Именно, представим себе, что в точках  $A$ ,  $B$ ,  $C$  рельсового пути (систем координат) помещены одинаковые часы, стрелки которых одновременно (в вышеупомянутом смысле) показывают одинаковое время. Тогда под «временем» некоторого события подразумевается показание (положение стрелок) тех из часов, которые находятся в непосредственной близости к месту события. Следовательно, каждое событие связывается с таким значением времени, которое принципиально наблюдаемо.

Это утверждение содержит еще одну физическую гипотезу, в справедливости которой вряд ли можно сомневаться, если только эмпирические данные не будут ей противоречить. Именно, предполагается, что ход всех этих часов «одинаков», если они имеют одинаковую конструкцию. Точнее говоря, если двое покоящихся часов, помещенных в различных местах тела отсчета, поставлены так, что *некоторое* показание стрелок одних из этих часов *одновременно* (в вышеупомянутом смысле) с *таким же* показанием других часов, то одинаковые показания стрелок обоих часов одновременны всегда (в смысле приведенного выше определения).

---

<sup>1</sup>Мы принимаем в дальнейшем, что если три события  $A$ ,  $B$ ,  $C$  происходят в различных местах таким образом, что  $A$  одновременно с  $B$  и  $B$  одновременно с  $C$  (одновременно в смысле данного выше определения), то критерий одновременности соблюден также и для пары событий  $A - C$ . Это допущение представляет собой физическую гипотезу о законе распространения света; она должна, безусловно, выполняться, если только закон постоянства скорости света в пустоте твердо установлен.