

С 322
С-844

27/x-6

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
Дубна

P-1826



В.Н. Стрельцов

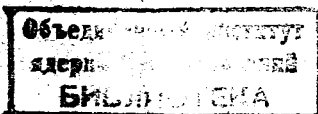
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

К ВОПРОСУ ОБ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИНАХ

1964

В.Н. Стрельцов

2706/3 чр.
К ВОПРОСУ ОБ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИНАХ x)



x) Печатается в порядке обсуждения.

Одним из основных утверждений специальной теории относительности /1/ является утверждение о том, что целый ряд понятий, таких, как пространственное положение и время (события), которые выступали ранее в качестве абсолютных реальностей, следует считать относительными величинами, зависящими от состояния (скорости движения) системы отсчета. При этом заслуживает особого внимания тот факт, что рассматриваемая теория, позволившая сделать такое утверждение, может быть применена к любым (инерциальным) системам отсчета независимо от природы сил (взаимодействий), вызвавших движение указанных систем. В этом смысле специальная теория относительности может быть отнесена к одной из наиболее универсальных теорий.

Однако при всей своей универсальности специальная теория относительности может рассматриваться только как некоторый частный случай другой, более общей теории. В пользу этого свидетельствует хотя бы тот факт, что обсуждаемая теория применима не для произвольно движущихся систем отсчета, а только для особого класса инерциальных систем, движущихся равномерно друг относительно друга. Именно с целью преодоления отмеченной ограниченности специальной теории относительности Эйнштейном и была предпринята попытка создания более общей теории. Однако построенная им так называемая общая теория относительности утратила свойства универсальности, присущие специальной теории относительности, и явилась по сути дела лишь теорией (макроскопического) гравитационного поля.

Возможен ли другой путь углубленная специальная теория относительности без ограничения ее универсальности? Имея своей конечной целью ответ на этот вопрос, попытаемся сначала более детально выявить те черты специальной теории относительности, которые бы указывали на ее неполноту. Рассмотрим начнем с подробного разбора следующей эйнштейновской формулировки: "Физической реальностью обладает не точка пространства и не момент времени, когда что-либо произошло, а только само событие".

Но что мы подразумеваем под словом событие? Достаточно ли для его описания знания только пространственных и временных координат? Чтобы выяснить эти вопросы, обратимся к следующему простому примеру: поезд прибывает на станцию в 7 часов (событие А). Здесь пространственные координаты события (прибытие поезда) определяются положением станции, а временная координата — временем прибытия поезда. Если бы знание этих координат полностью определяло событие, то мы могли бы исключить слова "прибывает поезд" и сказать, что на станции в 7 часов произошло событие. Однако

очевидно, что тогда мы уже не сможем, например, отделить факт прибытия поезда от прихода на станцию человека, встречающего данный поезд (событие Б). Чтобы различить эти два события необходимо ввести некоторую дополнительную координату, которая была бы иной для события А, чем для события Б. В качестве такой дополнительной характеристики может выступать энергия рассматриваемых объектов, участвующих в событиях (энергия поезда и человека). Действительно, если теперь наряду с местом и временем мы укажем величину энергии поезда, которая в нашем примере практически совпадает с его энергией покоя, то будет ясно, что мы имеем в виду именно прибытие поезда (а не приход человека) на станцию.

Таким образом, уже этот простой пример показывает, что для полного описания события недостаточно задать только пространственные и временные координаты. Необходимо знание дополнительных координат, таких, как энергетическая.

В качестве другого свидетельства, которое также указывает на ограниченность специальной теории относительности, может рассматриваться тот факт, что построение специальной теории относительности опирается всего на одну фундаментальную постоянную — скорость света C , оставляя в стороне другие мировые константы (например, постоянную Планка h). Но это по сути дела означает, что построенная таким образом теория учитывает только некоторые (определенные) свойства материальных тел.

Перейдем теперь к обсуждению той стороны специальной теории относительности, которая непосредственно касается вопроса об абсолютных величинах. Напомним в этой связи, что создание рассматриваемой теории было тесно связано с отказом от абсолютного характера целого ряда понятий, таких, например, как пространство и время. С другой стороны, в рамках этой теории были приписаны абсолютные свойства пространственно-временному интервалу, энергии покоя материального тела и т.д. При этом следует иметь в виду, что, например, введение абсолютного пространственно-временного интервала вместо двух ньютоновских абсолютных реальностей (пространственных координат события с его временной координаты) было неразрывно связано с существованием некоторой предельной величины, имеющей размерность длины, деленной на время и численно равной скорости света C . По аналогии с этим на основании импульсных и энергетических координат с помощью той же самой постоянной C была "сконструирована" еще одна абсолютная величина, которая, в частности, имеет смысл энергии покоя материального тела. Таким образом, для квадратов указанных величин были получены следующие выражения:

$$I_1^2 = t^2 - \frac{l^2}{c^2},$$

$$I_2^2 = E^2 - c^2 p^2,$$

$$I_3^2 = \nu^2 - c^2 k^2.$$

Здесь мы также выписали выражение для квадрата волнового 4 - вектора.

Следует, однако, подчеркнуть, что каждая из величин, которая в рамках специальной теории относительности наделяется объективными свойствами, характеризует по сути дела только одну из сторон всей совокупности свойств материальных тел (событий). Например, I_2 описывает их корпускулярные, а I_3 - волновые свойства. Поэтому, даже имея в наличии результаты указанной теории, мы еще далеки от того, чтобы с полным правом говорить о "физической реальности" самого тела (события). В свете этих замечаний можно сказать, что создание специальной теории относительности связано только с уменьшением числа тех понятий, которым на данном этапе могут быть приписаны объективные свойства.

Возможны ли дальнейшие шаги на этом пути? Очевидно, что от ответа на этот вопрос будет зависеть также и решение более широкой проблемы и построения универсальной теории, более общей, чем специальная теория относительности. Далее мы хотим обратить внимание на то, что наличие большого числа абсолютных величин в рамках специальной теории относительности весьма напоминает нам положение, которое имело место как раз перед созданием указанной теории. Может быть, единственное различие состоит только в том, что в дорелятивистской физике в качестве абсолютных величин рассматривались t , r , E и т.д., тогда как в специальной теории относительности в роли объективных реальностей выступают I_1 , I_2 , I_3 и т.д.

Для того, чтобы сделать следующий шаг, фактически аналогичный тому, который был сделан при переходе от дорелятивистской физики к специальной теории относительности, мы будем иметь в виду приведенное выше замечание. Согласно этому замечанию задание пространственных и временных координат недостаточно для полного определения события, необходимо также задание других, например, энергетической координаты. Другими словами для более полного описания событий (материальных тел) мы хотим ввести некоторую новую величину (I), в которую эйнштейновски абсолютные величины, имеющие размерность (обратного) времени и энергии, будут входить в виде составных элементов. Таким образом, в дальнейшем мы намерены отказаться от объективных свойств I_1 , I_2 , I_3 и т.д., приписав их новому инварианту I .

Такой отказ становится особенно понятным, если подходить к рассматриваемому вопросу несколько с иной точки зрения. При этом следует иметь в виду, что приписывание абсолютных свойств величинам I_2 и I_3 в рамках специальной теории относительности фактически означает абсолютизацию корпускулярных и волновых свойств материальных тел. Однако мы должны стремиться к тому, чтобы наделять чертами объективных реальностей сами материальные тела, а не отдельные их качества. В этой связи отказ от абсолютных свойств величин I_2 и I_3 и переход к новой абсолютной величине I следует считать вполне последовательным шагом.

В самом деле, подобно тому как понятие времени и места события в специальной теории относительности являются субъективными понятиями и зависят от наблюдателя, проявление волновых или корпускулярных свойств материальных частиц фактически зависит от конструкции экспериментальной установки, которой пользуется наблюдатель. В свете сказанного идею объективного (независимого от наблюдателя) мира можно сохранить, если рассматривать его как совокупность материальных тел (событий), описываемых и "волновыми" и "корпускулярными" координатами.

Для того, чтобы последовательно ввести указанный инвариант I , мы, очевидно, должны иметь некоторую универсальную предельную величину, подобную скорости света C , с помощью которой можно было бы связать волновые и корпускулярные характеристики любых материальных тел. Как известно, такая предельная величина существует — это постоянная Планка h , имеющая размерность действия, т.е. энергии, умноженной на время. Известно также, что при этом отношение энергии материального тела к его частоте (Де-Бройля) не может быть меньше h .

Имея в виду сказанное, с помощью постоянной Планка можно ввести следующую новую абсолютную величину:

$$I^2 = I_2^2 - h^2 I_1^2 \quad (I^2 = I_2^2 - \frac{h^2}{I_1^2})$$

Именно величина подобного типа и должна будет лечь в основу будущей более общей теории.

Вопрос о том, следует ли использовать при конструировании I величину I_1 , которая имеет только размерность (обратных) координат или интервал I_1 , вообще говоря, требует дальнейшего изучения.

Автор благодарит М.И. Подгорецкого за критические замечания.

Л и т е р а т у р а

1. А. Эйнштейн. Сущность теории относительности. М, ИИЛ, 1953.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 сентября 1964 г.