

Экспериментальное опровержение принципа относительности Эйнштейна.

Как известно, специальный принцип относительности или т. н. «малый» принцип покоится на двух допущениях. Во-первых, на собственном принципе относительности, утверждающем, что все явления природы протекают одинаково для двух наблюдателей, движущихся друг относительно друга прямолинейно и равномерно, и, во-вторых, специальный принцип требует постоянства скорости света для всех наблюдателей, движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно. Только из соединения этих двух положений вытекает отрицание эфира, как материальной среды, и утверждение возможности движения—волн лучистой энергии, без носителя этого движения. Из этого же соединения указанных двух допущений вытекают формулы преобразования Лоренца-Эйнштейна и все связанные с ними следствия о замедлении хода времени, сокращении линеек и т. д.

Принцип постоянства скорости света опирался на опыт Майкельсона-Морли, хотя этот опыт (как указывал пишущий эти строки)¹⁾, если бы даже он не дал возможности ни при каких условиях определить влияние движения земли на скорость света, не давал все-таки прямого ответа, так как значительная доля влияния движения земли исключалась в нем сама собой.

Теперь оказалось, что опыт Майкельсона-Морли дает положительный результат, т.-е. можно заметить изменение скорости света в зависимости от движения земли не только по ее орбите, но и от движения всей солнечной системы среди звезд. Мы получили способ, независимо от астрономических наблюдений, определять движение всей солнечной системы, не глядя на звезды.

Вся специальная теория относительности перестала существовать, так как она построена на преобразованиях Лоренца-Эйнштейна, эти преобразования опирались на принцип постоянства скорости света, а этот

¹⁾ «Под Знаменем Марксизма», № 8—9, 1924 год, стр. 142. См. также «Естествознание и диалектический материализм», сборник статей А. Тимирязева, Москва, изд. Общ. Воинствующих Материалистов, стр. 259.

принцип теперь опровергнут 9.000 тщательнейших измерений! Что остается теперь еще от всеобщей теории Эйнштейна—сказать трудно, так как некоторые из ее положений опираются только на «принцип эквивалентности». В тех же частях, где ее выводы опираются на обобщение специальной теории,—она падает. Так как опыты Дейтон-Миллера имеют громадное значение—это начало новой эпохи физики, и так как они, между прочим, завершают тот спор, который велся на страницах нашего журнала, редакция сочла необходимым дать переводы статей, появившихся в журнале «Nature», где сообщаются первые известия об этих замечательных опытах и дается их критика.

А. Тимирязев.

Недавние опыты Дейтон-Миллера и теория относительности¹⁾.

Дейтон-Миллер, профессор школы прикладных наук имени Кэза, на годичном собрании Национальной Академии Наук выставил вполне очевидные возражения против теории относительности. Дейтон К. Миллер повторил т. наз. опыт Майкельсона-Морли, значительно усовершенствовав и уточнив его. Он доказал существование вполне определенного и измеримого движения земли сквозь эфир. Проф. Миллер наблюдал уже четыре раза весьма малый положительный эффект в Кливланде (город на берегу озера Эрио. А. Т.): он определил скорость, эквивалентную скорости в 2 километра в секунду на высоте, где помещается школа имени Кэза; им была получена скорость около трех километров в секунду на высоте одного из холмов, окружающих город Кливланд. С другой стороны, на высоте горы Вильсон, где помещается обсерватория в четырех сериях наблюдений, растянувшихся на четыре года, он получил со все увеличивающейся точностью положительный результат в 10 километров в секунду. Последний ряд опытов, происходивший в апреле этого года, дает указанную величину скорости с точностью до полкилометра в секунду²⁾. Технические детали этих опытов будут в ближайшем будущем изложены самим Миллером. Задача настоящего письма заключается в том, чтобы в нескольких словах указать на отношение этих опытов к теории относительности и к теории эфира.

Прежде всего этот вполне определенный результат находится в полном противоречии с Эйнштейновой теорией относительности, которую, как кажется, нельзя подогнать к результатам Миллера никаким ее изменением, разве только ценой отказа от ее основных принципов. Но это ведь равносильно утверждению, что результаты Миллера радикальным образом опрокидывают теорию относительности.

Во-вторых, с точки зрения теории эфира, эта цепь результатов, так же как и явления, ранее открытые, легко объясняются

¹⁾ Письмо Л. Зильберштейна в редакцию журнала «Nature», напечатанное в книжке «Nature» от 23 мая 1925 года (Зильберштейн присутствовал на докладе Дейтон-Миллера в Американской Академии в Вашингтоне).

²⁾ Т.-е. Дейтон-Миллер ручается, что измеренная им величина в 10 километров в секунду верна с точностью до $10 \pm 0,5$ километра в секунду. А. Т.

с помощью Стоксовой теории эфира, видоизмененной Планком и Лоренцом и разработанной автором настоящих строк в статье, напечатанной в «Философический Магазин» за 1919 год (автор, очевидно, делал ссылку по памяти, в действительности статья помещена в февральской книжке, том 39 за 1920 год. А. Т.). Не входя в детали математического характера, мы можем сказать, что результаты проф. Миллера, полученные в Кливленде и на горе Вильсон вполне согласуются с основными свойствами эфира, устанавливаемыми этой теорией, а именно эфир прилипает почти вполне к поверхности земли и потому участвует почти нацело в поступательном движении земли вблизи ее поверхности. Он получает, однако, постепенно все большую и большую скорость по отношению к земле (т.-е. отстает от движущейся земли. А. Т.) по мере того, как мы поднимаемся над ее уровнем. Далее, недавние результаты опытов в Клиринге (Иллинойсе) близ Чикаго, с влиянием вращения земли, на распространение скорости света дали полный эффект вращательного движения земли ¹⁾.

Это явление может быть объяснено естественным допущением, что наш земной шар, почти совершенно сферический и могущий действовать на эфир только своей силой тяжести, не увлекает своим вращением окружающего эфира. Точно так же и отклонение лучей света вблизи солнца,—такого порядка, какого требует формула Эйнштейна,—может быть легко объяснено с помощью сжимаемого эфира, если только диэлектрическая постоянная связана с плотностью и давлением тем весьма простым соотношением, которое мной было выведено несколько лет тому назад и опубликовано в «Философический Магазин».

Еще большую уверенность в правильности великодушных результатов Миллера получаешь при рассмотрении таблиц, связывающих азимуты «эфирного ветра» ²⁾ со звездным временем. Из этих таблиц выясняется движение всей солнечной системы (по отношению к эфиру, т.-е. как раз то, что строго-настрого запрещено теорией Эйнштейна. А. Т.) в направлении и со скоростью, согласующейся с результатами, полученными независимым путем доктором Штомберггом и другими исследователями.

Людвиг Зильберштейн ³⁾.

Вашингтон, 30 апреля.

¹⁾ Намек на опыты Майкельсона, показавшего отставание луча света, движущегося в эфире, от предметов, вращающихся вместе с земным шаром. Релятивисты считали, что это — победа теории относительности, так как этот опыт можно примирить с теорией Эйнштейна следующим софизмом: если бы земля не вращалась, а в согласии с учением св. инквизиции, осудившей Галилея, покоилась бы, а свод небесный вращался бы вокруг нее, то этот опыт Майкельсона дал бы тот же самый результат! Газеты всех стран — в том числе и наши — стали наперерыв возвещать о новой победе Эйнштейна! Опыты же Миллера тщательно замалчиваются. В журнале «Naturwissenschaften» до августа 1925 г. включительно об опытах Миллера просто не упоминали. Так сильно, видно, в этой редакции влияние «революционной» теории (прим. А. Т.).

²⁾ Эфир отстает от движения земли так же, как воздух отстает от движущегося поезда. Это отставание воздуха сказывается как ветер, ощущаемый высунувшимся в окно пассажиром. Так же точно и в опыте Майкельсона наблюдатель, не замечающий собственного движения земли, оценивает получаемый эффект, как «эфирный ветер». Этот термин установился в английской и американской литературе. А. Т.

³⁾ Л. Зильберштейн — автор одного из лучших руководств по теории Эйнштейна. Прим. А. Т.

Опыты, определяющие „эфирный ветер“, выполненные на горе Вильсон¹⁾.

Опыт Майкельсона-Морли, имеющий целью определить относительное движение земли по отношению к светоносному эфиру, или т. н. опыт с «эфирным ветром», был впервые выполнен в Кливленде в 1887 году профессором Альбертом А. Майкельсоном и покойным профессором Эдвардом В. Морли. Теория этого опыта и описание прибора были напечатаны в «Философическом Магазине» за 1887 год и перепечатаны с тех пор во многих руководствах. Упомянутые авторы в следующем виде высказали свое заключение: «Если рассматривать только одно движение земли по ее орбите... то наблюдения показывают, что относительное движение земли по отношению к эфиру имеет скорость, по всей вероятности, меньше одной шестой скорости земли по ее орбите и, во всяком случае, меньше одной четверти» (т. е. меньше 7,5 километров в секунду). Этот результат многими рассматривался как нулевой; его часто называли отрицательным, и некоторые думали, что этот опыт вызывает серьезные сомнения в пригодности гипотезы светоносного эфира²⁾.

На международном конгрессе физиков в Париже в 1900 году лорд Кельвин высказал пожелание, чтобы опыт был повторен с более чувствительным прибором. Автор настоящей статьи в сотрудничестве с проф. Морли построили интерферометр, приблизительно в четыре раза более чувствительный, чем тот, который применялся в первых опытах; длина светового луча в интерферометре составляла 224 фута, что равняется приблизительно 150.000.000 световым волнам. В этом приборе относительная скорость земли и эфира, равная скорости земли по орбите, дала бы смещение полос интерференции, равное 1,5 полосы. Прибор был установлен в подвале физической лаборатории школы прикладных наук имени Кэза в Кливленде; наблюдения были выполнены в 1904 и 1905 годах. Результат наблюдений был опубликован в «Философическом Магазине» в мае 1905 года в следующем виде: «Таким образом мы можем заявить, что если эфир в соседстве с прибором не двигался, разница в скорости между ним и прибором была меньше 3,5 километров в секунду, если только действие на вещество прибора не компенсировало искомый эффект. Некоторыми высказывались соображения, что опыт доказывает только одно: а именно, что эфир в данном подвале переносится вместе с ним. Поэтому мы предполагаем поместить прибор на горе и посмотреть, не будет ли там искомый эффект обнаружен».

Осенью 1905 года Морли и Миллер перевезли интерферометр из лаборатории колледжа на Евклидовы высоты и поместили на высоте 300 фут. над озером Эрио; место это не было застроено. Пять предварительных наблюдений показали, что существует положительный эффект, равносильный «эфирному ветру» в одну

¹⁾ Статья Дейтон-Миллера (профессора школы прикладных наук имени Кэза, Кливленд Огайо), напечатанная в журнале „Nature“ 11 июля 1925 г.

²⁾ Намек на теорию Эйнштейна (прим. А. Т.).

десятью ожидавшейся тогда величины. Мы были вынуждены прекратить эти опыты по независящим от нас обстоятельствам ¹⁾, прежде чем удалось получить определенный результат.

Указание на небольшой положительный эффект побуждало продолжать опыты, но, с другой стороны, казалось весьма желательным, чтобы опыты производились на более значительной высоте. Проф. Морли устранился от какой-либо активной работы, выйдя в отставку в 1906 г., и продолжение работы было надолго отложено. Подходящие условия для продолжения работы наступили в 1921 году, когда по приглашению проф. Джорджа Хэля, директора обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии, тот же самый интерферометр, который был использован в 1905 году, был установлен на обсерватории на горе Вильсон. Четыре отдельных группы наблюдений были произведены на этом новом месте: в марте и апреле 1921 г., в ноябре и декабре 1921 г., в августе и сентябре 1924 и в марте и апреле 1925 г. Первые же наблюдения на этой обсерватории дали определенные положительные результаты значительно большей величины, чем те, которые были получены раньше в Кливленде; измеренная скорость соответствует одной трети скорости земли на ее орбите.

Согласно элементарной теории опыта, определяющего «эфирный ветер», система наблюдаемых полос интерференции испытывает периодические смещения при повороте интерферометра в горизонтальной плоскости, при чем смещение пропорционально относительному смещению земли по отношению к эфиру. Вращение земли вокруг ее оси заставляет плоскость интерферометра двигаться так, как если бы она касалась поверхности конуса, ось которого совпадает с осью земли. Отсюда вследствие вращения земли эта плоскость принимает различные положения в пространстве. Наблюдается в интерферометре только та слагающая действительной скорости, которая параллельна горизонтальной плоскости интерферометра в данный момент.

Таким образом видимый азимут и величина скорости меняется в зависимости от времени наблюдения. Скорость, перпендикулярная плоскости интерферометра, не вызывает никакого эффекта; вполне возможно, что это условие может иметь место в известные времена года.

Высказывались опасения, что измеряемый малый эффект может быть обусловлен действием магнетизма на стальную раму интерферометра или может зависеть от лучистого тепла или какой-либо другой ошибки прибора. Испытание и опровержение этих разнообразных предположений повело к длительным опытам в течение истекших четырех лет. В течение этого периода каждая предполагаемая причина исследовалась, при чем было доказано, что ни одна из них не могла вызвать наблюдаемое смещение полос интерференции.

Летом 1921 года стальная рама интерферометра была снята и заменена бетонной пластиной с латунными скрепами, которая

¹⁾ Земля, на которой находился прибор, была продана, и новый владелец потребовал, чтобы прибор немедленно был убран! Это обстоятельство, указанное в другой статье Миллера, оказало значительное содействие теории Эйнштейна. (А. Т.)

и была укреплена на поплавке в ртутной ванне. Все металлические части были сделаны из алюминия и латуни; таким образом весь прибор не подлежал магнитным влияниям; возможные же действия нагревания были значительно ослаблены. В декабре 1921 года 42 серии наблюдений были сделаны с этим, «не магнитным» интерферометром. Эти измерения состояли из 900 измерений «течения эфира». Измерения обнаруживают положительный эффект как результат «эфирного ветра» и вполне согласуются с измерениями, сделанными в апреле 1921 г. В то же время были сделаны всевозможные изменения условий. Наблюдения делались при вращении интерферометра по стрелке часов и против стрелки; при быстром вращении и очень медленном; а также при наклонном интерферометре, что было вызвано поравномерной его нагрузкой. Много изменений в процессе наблюдения и записи было также испробовано. На результаты наблюдений эти изменения не повлияли.

Весь прибор был отвезен обратно в лабораторию в Кливленде. В годы 1922 и 1923 было сделано много испытаний при изменении условий, которые точно можно было учитывать. Много изменений было испытано и в расположении частей прибора. Расположение призм и зеркал было сделано так, что источник света можно было помещать снаружи того помещения, где производилось наблюдение; дальнейшее усложнение в расположении зеркал, позволявшее производить наблюдение с помощью неподвижного телескопа, было также испробовано.

Наконец, была устроена усовершенствованная установка, при чем наблюдения производились астрономическим телескопом с отверстием объектива в пять дюймов и линейном увеличении в пятьдесят раз. В качестве источника света применялась большая ацетиленовая лампа такого же типа, которая часто применяется для автомобильных фонарей. Длинный ряд опытов был сделан для определения влияния неравности температуры и лучистого тепла; различные изолирующие от тепла крышки были испробованы для основания интерферометра и для путей, по которым шли световые лучи. Эти опыты показали, что при условиях, при которых происходили измерения, периодичность явления не могла быть вызвана температурными эффектами. Длительное исследование в лаборатории показало, что периодическое смещение с периодом, соответствующим полному обороту, и о котором мы упоминали в предварительном сообщении об опытах на горе Вильсон, является необходимым геометрическим следствием установки зеркал в том случае, когда полосы интерференции установлены на конечную ширину; этот эффект исчезает при установке интерферометра на полосы бесконечной ширины, как это и предполагалось в элементарной теории опыта Майкельсона.

В июле 1924 года интерферометр был вновь перевезен на гору Вильсон и установлен на новом месте, где температурные условия были более благоприятны, чем в опытах 1921 года. Точно так же и дом, где помещался интерферометр, был несколько иначе ориентирован. Наблюдения снова дали определенный положительный эффект, соответствующий прежним наблюдениям на горе Вильсон. Наблюдения были снова возобновлены в марте 1925 г. и продолжены до половины апреля, в течение этого

промежутка было сделано 1.600 измерений «эфирного ветра». Снова были испытаны различные изменения в расположении частей и в методах измерения, но это не отражалось на результатах.

Условия в последний период наблюдений были исключительно хороши. Измерения в апреле 1925 г. дали результаты, почти совпадающие с результатами, полученными в апреле 1921 года, несмотря на то, что инструмент был заново перестроен, а методы наблюдения и способ освещения были заменены другими и, наконец, прибор был установлен в новом месте и в доме иначе ориентированном.

Если нанести графически отсчеты измерений, то с помощью гармонического анализа сразу получается азимут и абсолютная величина «эфирного ветра». Никаких поправок к измеренным величинам делать не приходилось. В нашем исследовании все измерения «эфирного ветра» на горе Вильсон до сих пор использовались как равноценные; ни одно измерение не было отброшено, потому что оно казалось почему-либо менее точным; точно так же не определялся и «вес» каждого измерения, который определял степень влияния этого измерения на окончательную величину ожидаемого результата. Следует добавить, что во время наблюдения ни наблюдатель, ни записывающий отсчеты не могут составить себе представления о том, есть ли какая-либо периодичность, и еще меньше можно представить себе в процессе работы величину и направление этой периодичности.

Опыты по определению «эфирного ветра» на горе Вильсон в течение последних четырех лет 1921—1925 г.г., состоящие из 5.000 отдельных измерений «эфирного ветра», приводят к заключению, что существует положительное смещение полос интерференции такого рода, которое должно получиться при относительном движении земли и эфира вблизи обсерватории со скоростью десяти километров в секунду—это соответствует одной трети скорости земли на ее орбите. Сравнивая с более ранними опытами в Кливланде, приходишь к заключению, что земля отчасти увлекает эфир, но это увлечение убывает с высотой. Более подробное описание этих наблюдений дано в Известиях Национальной Академии Наук за июнь 1925 г. Д-р Людвиг Зильберштейн в своем письме в «Nature» от 23 мая указал, что эти результаты, указывающие на частичное увлечение эфира земным шаром, «легко объясняются Стоксовой теорией эфира, видоизмененной Планком и Лоренцом», как это и разъяснено в статье Зильберштейна в «Философическом Магазине» в феврале 1920 года.

Окончательная проверка этих измерений сводится к тому, дают ли они рациональное и согласное указание на постоянную скорость солнечной системы в пространстве, соединенную со скоростью движения земли по ее орбите и ее суточным вращением вокруг оси. Существует специфическое соотношение для данной широты между наблюдаемым азимутом эфирного потока и звездным временем, по которому определялось время наблюдения. Наблюдения в различные моменты по звездному времени должны давать различные азимуты, все же наблюдения для одного и того же звездного времени должны для определенного времени года давать один и тот же азимут. Если рассмотреть с этой точки зрения измерения в Кливланде, то, повидимому, они согласуются

с указанным выводом, и таким образом мы приходим к выводу что опыт Майкельсона-Морли не дает и весьма возможно никогда не давал нулевого результата. (Курсив наш. А. Т.)¹⁾ Подробный подсчет результатов наблюдений в настоящее время продолжается; в ближайшем будущем будут сделаны дальнейшие опыты; все это вместе должно дать определенные данные, касающиеся абсолютного²⁾ движения солнечной системы в пространстве.

1) Наиболее удивительный результат. Все без исключения как сторонники, так и противники довольствовались рассказом об опытах Майкельсона и не заглядывали в описания подлинных опытов: А. Т.

2) Выражение, могущее подать повод для споров. Правильнее было бы сказать—одно из истинных движений (термин, введенный Ньютоном), составляющих абсолютное, так как мы не можем сказать, что эфир неподвижен. Наоборот, опыты Миллера показывают, что вблизи земного шара эфир увлекается им. Но если нам удастся показать, что основная масса эфира, сквозь которую движется наша солнечная система (отвлекаясь от прилежащих к планетам частей) и, быть может, все видимые нами звезды, сама не участвует в этом движении, то и тогда все-таки нельзя утверждать, что эфир неподвижен. Может быть, он движется по отношению к другим звездным системам, которые нам пока еще недоступны. С точки зрения диалектического материализма мир неисчерпаем. Во всяком случае исследование Миллера значительно подвинуло нас по пути, по которому пошел Коперник. Коперник перенес начало координат в центр солнца. При дальнейшем развитии классической механики это начало координат было перенесено в центр масс солнечной системы. Теперь найдена еще одна «система отсчета»—эфир, по отношению к которому движется вся солнечная система. Это есть последовательное и неуклонное приближение к абсолютной истине. (А. Т.)