**Опыты Эйхенвальда и Вильсона**

**Экспериментальные основания теории относительности**

Валерий Петров

Основной постулат теории относительности Эйнштейн изложил следующим образом:

...не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя... для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, справедливы те же электродинамические и оптические законы... Это предположение (содержание которого в дальнейшем будет называться «принципом относительности») мы намерены превратить в предпосылку...

Предположим, например, что на движущемся судне выполняются опыты по определению скорости звука на открытой палубе и в закрытом помещении – каюте или трюме судна. Законы механики «справедливы» как в одном, так и в другом случае, однако в первом случае – при выполнении опытов на открытой палубе – нужно учитывать скорость движения судна, тогда как в другом – при выполнении опытов в закрытом помещении – нет. Независимость явлений, происходящих в некоторой системе, от состояния покоя системы или ее равномерного и прямолинейного движения и составляет суть принципа относительности для явлений механики, который Ньютон изложил следующим образом:

Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенных (подчеркнуто мной – В.П.) в каком-либо пространстве, одинаковы, покоится ли это пространство, или движется равномерно и прямолинейно без вращения.

Таким образом, в механике Ньютона принцип относительности оказывается верным не для всех координатных систем, движущихся равномерно и прямолинейно без вращения, но только для таких, в которых тела оказываются «заключенными» в этих системах.

Как подчеркивал Галилей, при выполнении каких-либо опытов в закрытой каюте движущегося судна движение судна «обще» всем предметам, также и воздуху (в каюте – В.П.):

...Уединитесь с кем-либо из друзей в просторное помещение под палубой корабля... движение корабля обще всем находящимся на нем предметам, также и воздуху (в помещении под палубой корабля – В.П.).

Предположим, далее, что на открытой палубе движущегося судна установлена какая-то емкость с жидкостью. И в этом случае скорость звука в жидкости также будет одинаковой независимо от скорости движения судна, поскольку и в этом случае движение судна «обще» и емкости, и находящейся в ней жидкости. Таким образом, явления механики будут одинаковы в том случае, когда состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения координатной системы, в которой описываются эти явления, и состояние покоя или движения среды, заполняющей эту систему, будут «общими». Чтобы подчеркнуть это обстоятельство, введем понятие «замкнутой физической системы», как такой системы, движение которой полностью передается среде, заполняющей эту систему. Тогда независимость явлений механики от состояния движения такой системы, или принцип относительности, можно сформулировать следующим образом:

Явления механики, происходящие в замкнутой системе координат, одинаковы, покоится эта система или же движется равномерно и прямолинейно без вращения.

Теперь, если мы хотим распространить или обобщить принцип относительности для явлений механики также и на оптические и электродинамические явления, необходимо установить, прежде всего, возможность существования замкнутых систем относительно некоторой среды, заполняющей мировое пространство и «пронизывающей собой», как выразился Эйхенвальд, все тела, назовем ли мы эту среду «физическим вакуумом» или «светоносным эфиром», разумеется, если такая среда вообще существует и движение относительно этой среды сопровождается какими-либо явлениями, соответствующими скорости такого движения. Известно, что Эйнштейн исходил из предположения, что «светоносный эфир» вообще не существует, поэтому вопрос о возможности существования замкнутых по отношению к «светоносному эфиру» систем у него вообще не возникал. Современная наука считает, что «светоносный эфир» и физический вакуум – два различных названия одной и той же реальной физической среды. Вместе с тем, общепризнанным (что не обязательно означает – правильным) является мнение, что движение относительно этой среды не сопровождается какими-либо оптическими или электродинамическими явлениями. Посмотрим, насколько это мнение соответствует реальной физической действительности.

В 1838г. Фарадей предположил, «...что если подвесить заряженный шар и заставить его двигаться в определенном направлении, то эффект будет равен тому, как если бы мы возбудили ток в направлении движения шара» [1]. Следовательно, электрический ток представляет собой поток электрических зарядов, движущихся в одном направлении. Как следует из электромагнитной теории Максвелла, движущиеся электрические заряды порождают в окружающем их пространстве магнитное поле. Возникает, однако, вопрос, что такое заряд движущийся и неподвижный? Относительно чего следует измерять скорость движения заряда? Предположим, некоторое количество электрических зарядов движется вместе с Землей. Будет ли в этом случае движение зарядов сопровождаться возникновением магнитного поля? Решение этого вопроса предложил Герц. «Герц исходил из того, что эфир полностью увлекается телами... По Герцу, на электромагнитных явлениях не сказывается не только движение Земли по орбите, но и ее суточное вращение... Опыты Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда, Вильсона... указывают на... слабое место теории Герца – молчаливо допускается полное увлечение... эфир должен двигаться с той же скоростью, что и тела, должен полностью увлекаться как внутри, так и вне тел» [2].

В 1876г., как об этом пишет Л.И.Мандельштам, «...Роуланд взял два позолоченных стеклянных диска, между которыми вращался оклеенный золотой фольгой эбонитовый диск (рис.1). Обкладки на диске заряжались, скажем, положительно, а обкладки на стекле заземлялись. Астатическая магнитная стрелка была подвешена над верхней стеклянной крышкой, и при вращении эбонитового диска наблюдалось отклонение этой стрелки...»

Рис. 1. Схема опыта Роуланда

 «Несколько лет спустя (1888г.) Рентген провел другой опыт – с поляризованным диэлектриком. Между разноименно заряженными обкладками вращался диск из незаряженного изолятора (рис.2). Отклонение стрелок магнитометра показывало, что и в этом случае возникает ток... Рентген добивался высокой чувствительности устройства... Однако он не смог получить необходимой точности. Количественные результаты были достигнуты Эйхенвальдом в 1904г.» [1]. Как показали опыты Эйхенвальда с вращающимися дисками, величина тока, создающего магнитное поле, соответствует формуле Герца.

Согласно общепринятой точке зрения, «...внутренние стороны стеклянных дисков и обе стороны эбонитового диска... представляют собой обкладки конденсатора. В опытах Роуланда и Эйхенвальда один диск заряженного конденсатора двигался относительно другого, неподвижного диска, или заряды обоих дисков двигались относительно среды, находящейся между дисками. В опытах с вращающимся диэлектриком поверхностные заряды диэлектрика двигались относительно неподвижных зарядов на дисках конденсатора. При вращении дисков конденсатора вместе с помещенным между ними диэлектриком относительного перемещения зарядов не было, однако и в этом случае возникало магнитное поле». [3].

Предположим, что диски конденсатора вращаются вместе с помещенным между ними диэлектриком. В этом случае относительного перемещения зарядов нет – имеет место перемещение зарядов относительно среды между дисками. Величина тока соответствует формуле Герца. Средой между дисками в опытах Эйхенвальда является воздух, однако опыты Эйхенвальда нетрудно повторить в вакуумной камере. В этом случае средой между дисками окажется чистый вакуум или эфир. Тогда причиной возникновения магнитного поля следует считать движение зарядов относительно эфира, находящегося между дисками. Тот факт, что величина магнитного поля оказывается пропорциональной скорости вращения дисков, означает, что внешний по отношению к движущимся дискам эфир совершенно не увлекается их движением.

Предположим, далее, что вращается только диск из диэлектрика. Известно, что заряды на диэлектрике не могут перемещаться относительно его поверхности и при вращении диэлектрика будут вращаться вместе с ним с той же скоростью и в том же направлении, что и диэлектрик. Заряды на металлическом диске, в отличие от зарядов на диэлектрике, могут перемещаться относительно его поверхности. Будучи связаны с зарядами на диэлектрике общим для них электрическим полем, заряды на поверхности металлического диска будут вращаться в ту же сторону и с той же скоростью, что и заряды на поверхности диэлектрика. Относительного перемещения зарядов нет и в данном случае, имеет место перемещение зарядов относительно среды между дисками.

Предположим, наконец, что вращается только металлический диск. Так как диск из диэлектрика неподвижен, неподвижны и заряды на его поверхности. Заряды на поверхности металлического диска, связанные с зарядами на поверхности диэлектрика общим для них электрическим полем, также остаются неподвижными – нет не только относительного перемещения зарядов, но и движения зарядов относительно среды между дисками. Тем не менее, и в этом случае возникает магнитное поле, величина которого опять-таки соответствует формуле Герца. При вращении только диска из диэлектрика или одновременном вращении металлических дисков и диска из диэлектрика можно предположить, что причиной появления магнитного поля в этих случаях является вращение электрических зарядов относительно магнитной стрелки. Однако при неподвижном диске из диэлектрика нет не только относительного движения зарядов или их движения относительно среды между дисками, но и движения зарядов относительно магнитной стрелки. Что же является причиной возникновения магнитного поля в этом случае? Предположим, что эфир не только окружает тела, но и содержится внутри них. Тогда возникновение магнитного поля при неподвижном диэлектрике можно объяснить движением зарядов относительно эфира, заключенного внутри вращающегося металлического диска. Тот факт, что величина магнитного поля и в этом случае пропорциональна скорости вращения металлического диска, означает, что эфир внутри движущихся тел полностью увлекается их движением. Соответствие результатов опытов Эйхенвальда с вращающимися дисками формуле Герца означает, что теория Герца требует полного увлечения эфира внутри движущихся тел и полного его не увлечения вне движущихся тел.

Таким образом, единственной причиной возникновения магнитного поля в опытах Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда является движение электрических зарядов относительно эфира – при вращающемся диске из диэлектрика имеет место движение зарядов относительно эфира, находящегося между дисками, при неподвижном диске из диэлектрика – движение зарядов относительно эфира, заключенного внутри металлического диска. Опыты Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда доказывают, что внешний по отношению к движущимся телам эфир совершенно не увлекается их движением. Это предоставляет возможность обнаружить «эфирный ветер», обусловленный орбитальным движением Земли, с помощью опытов, аналогичных опытам Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда. Известно, что в одной из серии опытов Эйхенвальд заменил вращательное движение диэлектрика возвратно-поступательным. Схема опытов Эйхенвальда изображена на рис.3.

Рис. 3. Схема опыта Эйхенвальда

Диэлектрик помещался между двумя пластинами и мог двигаться возвратно-поступательно. В отличие от опытов с вращающимися дисками, прибор можно установить так, что направление возвратно-поступательного движения диэлектрика окажется параллельным направлению орбитального движения Земли. Тогда величина магнитного поля, обусловленного движением диэлектрика относительно эфира, должна быть пропорциональной величине

v1 = vо + vд или v2 = vо – vд

в зависимости от направления движения диэлектрика (здесь vо – скорость орбитального движения Земли, vд – скорость возвратно-поступательного движения диэлектрика).

Эйхенвальд установил, что величина магнитного поля в опытах с возвратно-поступательным движением диэлектрика соответствует формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| i = |ε – 1| · |vE| | (1) |

и не зависит от направления движения диэлектрика по отношению к направлению орбитального движения Земли (в этой формуле ε – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, v – скорость движения диэлектрика относительно пластин, E – величина заряда на пластинах). Таким образом, считает Л.И.Мандельштам, «...в теории Герца получается абсурдный результат, что при ε=1, т.е. при переходе к вакууму, ток не пропадает, так как у Герца i=ε·|vE|». В действительности, между опытами Эйхенвальда и теорией Герца никакого противоречия нет:

в опытах с вращающимися дисками размеры дисков и количество зарядов на каждом из них одинаковы, поэтому все заряды на одном из дисков взаимодействуют со всеми зарядами на другом, величина магнитного поля соответствует формуле Герца.

в опытах с возвратно-поступательным движением диэлектрика размеры диэлектрика много меньше размеров пластин, между которыми помещен диэлектрик; при одинаковой плотности зарядов на пластинах и на диэлектрике количество зарядов на диэлектрике меньше количества зарядов на пластинах, поэтому только часть зарядов на пластинах взаимодействует с зарядами на диэлектрике – величина магнитного поля соответствует формуле (1).

Формулу (1) можно записать в виде:

i = ε · |vE| – ε0 · |vE|,

где ε0 = 1 – диэлектрическая постоянная воздуха, откуда следует:

i = (ε – ε0) · |vE| = (ε – 1) · |vE|.

При переходе к вакууму, т.е. при удалении диэлектрика из пространства между пластинами, все заряды одной пластины будут взаимодействовать со всеми зарядами другой – величина магнитного поля в этом случае будет соответствовать формуле Герца, так как в этом случае все заряды одной пластины будут взаимодействовать со всеми другой пластины. Таким образом, при переходе к вакууму ток действительно не пропадает.

Существенно важным результатом опытов Эйхенвальда с возвратно-поступательным движением диэлектрика является не несоответствие формуле Герца, на котором сосредоточивает свое и наше внимание Л.И.Мандельштам, а полная независимость результатов этих опытов от движения Земли, которую, т.е. независимость результатов опытов от движения Земли, именно и нужно объяснить. Сам Эйхенвальд так прокомментировал результаты своих опытов: «Так как электромагнитные явления представляют собой единственную, известную в настоящее время связь материи с мировым эфиром, то естественным является вопрос, не сопровождается ли движение материи в электромагнитном поле движением самого эфира. Вопрос этот... решается в отрицательном смысле на основании наших опытов с диэлектриками, движущимися в электрическом поле... Все вместе взятое позволяет сделать следующее заключение: то, что мы называем в настоящее время мировым эфиром и что проникает собой все материальные тела (т.е. содержится во всех материальных телах – В.П.), мы должны считать неподвижным даже внутри самой материи, находящейся в движении».

Итак, движение материи (материальных тел) не сопровождается движением эфира – «Вопрос этот... решается в отрицательном смысле...». Следовательно, эфир вне движущихся тел совершенно не увлекается их движением. Вместе с тем, эфир «...следует считать неподвижным даже внутри...» движущихся тел. Это означает, что эфир внутри движущихся тел полностью увлекается их движением, вследствие чего внутри движущихся тел «эфирный ветер» не возникает.

Как свидетельствует Л.И.Мандельштам, Вильсоном был выполнен и такой опыт: «...он заставлял вращаться полый цилиндр из незаряженного диэлектрика в магнитном поле, направленном по оси (рис.4).

Рис. 4. Схема опыта Вильсона

К металлическим обкладкам цилиндра присоединялся электрометр, который показывал, что при вращении цилиндра между обкладками появляется напряжение».

Как объясняет У.И.Франкфурт, «внутри цилиндра возникает радиально направленное электрическое поле. В металлическом цилиндре при этом происходит перемещение электронов проводимости к внешней поверхности цилиндра. Электроны проводимости перемещаются до тех пор, пока заряд на внешней поверхности цилиндра не создаст поле, которое не уравновесит силу Лоренца, действующую на электроны находящиеся в цилиндре... Между внешней и внутренней поверхностями цилиндра возникает разность потенциалов и при соединении проводником в нем пойдет ток. Вильсон экспериментально подтвердил, что теория Герца, исходящая из полного увлечения эфира, не соответствует действительности...», т.к. величина заряда оказывается пропорциональной |ε–1| а не ε, как это следует из теории Герца.

По мнению Л.И.Мандельштама, «Опыт Вильсона также можно схематизировать, заменив вращение поступательным движением. Диэлектрик движется между обкладками и пронизывается магнитным полем, перпендикулярным к плоскости рисунка (рис.5). Конденсатор... шунтируется электрометром...».

Рис. 5. Схема опыта Вильсона с поступательным движением диэлектрика

В данном случае величина заряда, образующегося на обкладках конденсатора, оказывается пропорциональной ε, как это и следует согласно теории Герца. Таким образом, как будто получается новое противоречие. В действительности, никакого противоречия нет.

В опыте с поступательным движением диэлектрика заряды возникают на участках обкладок конденсатора, ограниченных размерами находящегося между ними диэлектрика. Так как размеры этих участков на каждой из пластин одинаковы, одинаковым будет и заряд, возникающий на каждой из обкладок.

В опыте Вильсона радиус внешней поверхности цилиндра больше радиуса его внутренней поверхности на величину, равную толщине стенки цилиндра. Следовательно, и площадь внешней поверхности цилиндра, и линейная скорость ее вращения больше площади и линейной скорости вращения внутренней поверхности цилиндра. Поэтому количество зарядов, возникающих на внешней поверхности, больше количества зарядов, возникающих на внутренней поверхности, вследствие чего потенциал внешней поверхности оказывается выше потенциала внутренней поверхности. Таким образом, опыт Вильсона нисколько не противоречит теории Герца. Удивительно, как легко пренебрегают истиной представители официальной науки!

Суть опыта Вильсона заключается вовсе не в проверке истинности или ошибочности теории Герца. Предположим, что конденсатор жестко соединен с Землей. Тогда при вращении этого конденсатора вместе с Землей в ее магнитном поле можно ожидать появления на его обкладках заряда, соответствующего скорости суточного вращения Земли, если только вращение Земли сопровождается возникновением в ее атмосфере «эфирного ветра». Был сконструирован жестко связанный с Землей конденсатор, который мог вращаться. Предполагалось, что при зарядке этого конденсатора последний приобретет вращательный момент, обусловленный стремлением линий, соединяющих центры зарядов, расположиться перпендикулярно направлению движения эфира, обусловленного движением Земли. В экспериментах, поставленных Траутоном и Наблом в 1903г., Томашеком в 1925г., Чейзом в 1926г. вращения конденсатора не наблюдалось. Как и в опытах Эйхенвальда с возвратно-поступательным движением диэлектрика, «эфирный ветер», обусловленный движением Земли, не обнаруживается.

**Заключение**

Анализ результатов опытов Рентгена, Роуланда, Эйхенвальда, Вильсона позволяет заключить следующее:

1. По крайней мере, в электродинамике одни свойства явлений соответствуют состоянию движения относительно эфира, тогда как другие – отсутствию такого движения. Так, при движении пластин с электрическими зарядами на их поверхности возникает магнитное поле, величина которого соответствует скорости движения зарядов относительно эфира, находящегося между пластинами, или заключенного внутри пластин. Точно так же, при движении конденсатора в магнитном поле на его обкладках возникает заряд, величина которого соответствует скорости движения конденсатора относительно окружающего его эфира. Вместе с тем опыты Санька, Погани, Физо, Гаррэса свидетельствуют, что и в оптике движение наблюдателя (приборов) относительно эфира, как и движение эфира, увлекаемого движением жидкости или прозрачных кристаллов, относительно наблюдателя всегда сопровождается вполне наблюдаемыми явлениями – изменением интерференционной картины, соответствующей скорости движения.

2. Внешний по отношению к движущимся твердым телам эфир совершенно не увлекается движением этих тел, тогда как эфир внутри движущихся твердых тел полностью увлекается их движением, вследствие чего внутри движущихся твердых тел «эфирный ветер», обусловленный движением этих тел, не возникает. Полное увлечение эфира внутри движущихся твердых тел означает полную непроницаемость этих тел для внешнего по отношению к этим телам эфира.

Непроницаемость твердых тел для внешнего по отношению к этим телам эфира нельзя объяснить слишком плотной упаковкой атомов и молекул твердых веществ – известно, что расстояния между атомами и молекулами любых веществ значительно превышают размеры атомов и молекул. Известно также, что силы сцепления атомов и молекул твердых веществ имеют электромагнитную природу. Это дает основание предположить, что именно электромагнитное поле взаимодействия атомов и молекул твердых веществ и обеспечивает непроницаемость твердых тел для внешнего по отношению к ним эфира.

Известно, что силы сцепления молекул жидкости также имеют электромагнитную природу. Это дает основание утверждать, что не только твердые тела, но также и жидкости непроницаемы для внешнего по отношению к ним эфира.

Известно, наконец, что такие свойства газов, как вязкость и теплопроводность, также объясняются электромагнитным взаимодействием между молекулами газа. Известно, что вязкость и теплопроводность газов «...не зависят от давления, так что и здесь мы переходим к вакууму без постепенного уменьшения вязкости и теплопроводности».(Л.И.Мандельштам). Таким образом, если вязкость и теплопроводность газов означают наличие электромагнитного взаимодействия между его молекулами, то отсутствие вязкости и теплопроводности газа означает и отсутствие электромагнитного взаимодействия между его молекулами. Неважно, соответствует или нет состояние газа с нулевой вязкостью и теплопроводностью определению «физический вакуум». Важно то, что газ с ненулевой вязкостью оказывается непроницаемым для внешнего по отношению к нему эфира, тогда как газ с нулевой вязкостью – полностью проницаемым для внешнего по отношению к нему эфира. Так как переход газа из состояния с ненулевой вязкостью к состоянию с нулевой вязкостью происходит скачкообразно, переход газа из состояния полной непроницаемости по отношению к эфиру в состояние полной проницаемости также происходит скачкообразно. Никакому состоянию газа не соответствует состояние его частичной проницаемости или частичной непроницаемости для эфира – газ либо полностью непроницаем для эфира, либо полностью проницаем.

Известно, что вблизи поверхности Земли вязкость ее атмосферы не равна нулю – атмосфера Земли вблизи ее поверхности непроницаема для эфира, поэтому «эфирный ветер», обусловленный движением Земли, вблизи ее поверхности не возникает и обнаружить его по этой причине невозможно никаким образом, что и подтверждают опыты Эйхенвальда с возвратно-поступательным движением диэлектрика, опыты Траутона и Набла, Томашека и Чейза, Майкельсона – Морли, наконец. Остается убедиться, что предположение о полном увлечении эфира атмосферой Земли при ненулевой ее вязкости не противоречит, или напротив – противоречит известным оптическим явлениям и опытам.

**Список литературы**

У.И.Франкфурт. Специальная и общая теория относительности. М.Наука, 1968.

Л.И.Мандельштам. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М.Наука, 1972.

У.И.Франкфурт. Оптика движущихся сред и специальная теория относительности. Эйнштейновский сборник 1977, Москва, Наука, 1980.