

О.Д. Хвольсон

**Теория относительности А.
Эйнштейна и новое
миропонимание**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
О-11

О-11 **О.Д. Хвольсон**
Теория относительности А. Эйнштейна и новое миропонимание / О.Д.
Хвольсон – М.: Книга по Требованию, 2021. – 129 с.

ISBN 978-5-458-57516-4

ISBN 978-5-458-57516-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Само собою разумеется, что те камни, из которых состояло старое, погибшее здание, оставались при такой катастрофе нетронутыми, по сколько ими выражались факты, собранные, как сырой материал, иногда вековыми трудами. Но их смысл и значение, и то освещение, которое им давали основные взгляды и гипотезы, иногда существенно менялись. Ими можно было пользоваться и при постройке нового здания, но их приходилось иначе складывать, придавать им иную группировку, присоединять к ним те новые камни, к приобретению которых приводили новые взгляды и гипотезы, так что в результате получалось научное здание не только на новом фундаменте, но и с новыми очертаниями, ни по деталям, ни по стилю, ни по устройству не похожее на старое, разрушенное.

О таких переворотах говорят нам, напр., имена Коперника, Лавоазье, а также Фарадея, Максвелла и Герца. Коперник заменил геоцентрическое миропонимание, ставившее землю в центре вселенной, новым—гелиоцентрическим, сделавшим солнце царией нашего маленького мира, одного из бесчисленных миров, ему подобных. Веками накопленные астрономические наблюдения, на основании которых была построена старая астрономия Птолемея, остались, конечно, нетронутыми, но из них было сложено новое здание—астрономия Коперника, Кеплера, Ньютона, Лапласа и Леверье. Под влиянием новых идей великого Лавоазье рухнула старая химия с ее флогистоном, этим огненным веществом, которое выходит из металлов при их окислении.

Под натиском смелых идей Фарадея, гениальной теории Максвелла и бессмертных опытов Герца развалилось то чудное здание оптики Гюйгенса и Френеля, которым гордилась наука девятнадцатого столетия, и которая была построена на гипотезе, что сущность света заключается в чисто механических колебаниях частиц упругой мировой среды, названной эфиром. Было построено здание новой оптики, не только на новом фундаменте, которым служила мысль, что свет есть явление электромагнитное, но и на новом месте, рядом с обновленной наукой об электричестве, так что оба учения слились в одно стройное целое, в котором оптика являлась уже только отделом, флигелем одного, общего для электрических, магнитных и оптических явлений, научного здания. Не стояло оно и двух десятилетий, как

пришлось подвергнуть его, хотя и не ломке, но все же коренному ремонту, основательной, местами, перестройке, под влиянием тех новых идей, которые внесла в науку электронная теория.

В недавнее время мы вновь переживали, а отчасти еще переживаем ломку старого научного здания, но такую ломку, каковой не знает история науки; она по обширности и основательности далеко оставляет за собою все те прежние, которые были нами приведены в виде примеров. Эта ломка, этот грандиозный научный переворот прежде всего, замечателен тем, что он затрагивает почти все отделы физики. Лишь немногие части великого научного здания, сооруженного работой нескольких столетий, остаются в прежнем их виде. Но это еще не все! Разрушается не только старая наука, составляющая достояние сравнительно немногих, но в корне переиначиваются самые основные, элементарнейшие представления обыденной жизни, с которыми мы свыклись с малолетства, которые казались не подлежащими никакой критике, никаким колебаниям или сомнениям. Приходится отказываться даже от таких истин, которые никогда и никем не высказывались, не подчеркивались, потому что они казались самоочевидными, и потому, что ими пользовались все и клали их в основу всевозможных рассуждений. Сюда относится, главным образом, неслыханный по своей смелости новый взгляд на время, на пространство и, в связи с последним, на размеры и на форму тел. Параллельно с ломкой старого, произошла постройка нового научного здания, по красоте и внутренней гармонии не имеющего себе подобных. Однако, главная заслуга того нового учения, которому посвящены эти строки, заключается в том, что оно дало человечеству новое миропонимание, гораздо более глубокое и полное, чем то, которое связано с именем Коперника.

§ 2. А. Эйнштейн и две части его принципа относительности. Имя Альберта Эйнштейна принадлежит ныне к наиболее известным и почитаемым на земном шаре. Его несомненно следует признать не только за величайшего современного ученого, но и за одного из тех гигантов научной мысли, которые играли совершенно исключительную роль в тысячелетней истории научной творческой

работы. Эвклид, Архимед, Кеплер, Галилей и Ньютон—вот те имена рядом с которыми ныне ставят имя Эйнштейна. В течение более двухсот лет Ньютон считался величайшим ученым, когда либо жившим, и никогда никто не удостаивался чести быть поставленным на одинаковой с ним высоте. А в настоящее время сами англичане, весьма щепетильно относящиеся к славе своих великих ученых, ставят Эйнштейна рядом с Ньютоном. В Англии вышла книга под заглавием «От Ньютона до Эйнштейна», в которой эти два имени выступают как величины одинакового порядка.

А. Эйнштейн родился в 1879 г., так что ему теперь (1922) 43 года. Он был сперва профессором в Цюрихе, затем в Праге и опять в Цюрихе, а в настоящее время он профессор университета в Берлине и член Германской Академии Наук. Он подарил науке длинный ряд работ, относящихся к весьма различным отделам физики. На всех этих работах ярко выступает печать гениальности. Для примера можно указать на одну его небольшую статью о теплоемкости, которая вызвала грандиозную эволюцию соответствующего отдела физики и сделалась исходною точкой для несметного числа экспериментальных и теоретических исследований. Однако, великую славу доставили Эйнштейну работы по принципу относительности. Его имя стало известно всем, кто на земном шаре читает газеты, когда в ноябре 1919 года оправдалось его предсказание об отклонении светового луча, исходящего от какой-либо звезды и проходящего мимо солнца, на небольшом от него расстоянии.

Вся работа Эйнштейна распадается на две части. Первая часть появилась в 1905-м году; она дала то, что ныне называется специальным или малым принципом относительности. Вторая часть, над которой Эйнштейн работал в течение десяти лет, приняла ясные формы в 1915 г. Она дает нам так называемый общий или большой принцип относительности.

Уже первая часть произвела глубокий переворот почти во всех отделах физики. Она в корне изменила ту механику Ньютона, которая господствовала в течение двух столетий; пришлось отказаться даже от основных положений этой механики, выраженных всем известными тремя законами движения (*leges motus*). Она совершенно

преобразовала понятия о размерах и форме тел, и, в особенности, — о времени. Она заставила нас отказаться от таких элементарнейших представлений, к которым мы привыкли с того момента, как мы научились говорить. Вместе с представлением о пространстве и времени, изменились и понятия о скорости, силе и массе, оказались неверными такие элементарные вещи, как, напр., закон сложения скоростей.

Но еще радикальнее влияние второй части работы Эйнштейна, т. е. общего принципа относительности. Эта часть дает нам новое миропонимание; она разгадала тайну мирового пространства, тайну всемирного тяготения и, что особенно удивительно, сделала из геометрии — отдел физики!

Изучить новую науку Эйнштейна, понять ее — представляет огромные идейные и, если можно так выразиться, технические трудности. Последние являются следствием того, что в теории Эйнштейна применяется такой отдел математики, с которым специалистам по физике никогда не приходилось встречаться. Чтобы вникнуть в идейную сторону нового учения, требуется долгая, настойчивая работа и своего рода насилие над самим собою. Надо заставить себя заменять привычные представления, с детства вошедшие в нашу плоть и кровь, другими, иногда резко противоречащими тому, что, далеко не всегда правильно, принято называть здравым смыслом.

Последнее относится, в особенности, ко многим выводам, к которым приводит учение Эйнштейна; характерною чертою этих выводов является неслыханная их парадоксальность. Если требуется не мало усилий и продолжительная работа, чтобы вдуматься в основы нового учения, то еще несравненно труднее принять, если можно так выразиться — переварить упомянутые, вытекающие из него парадоксы. Пока, новым учением занимаются еще немногие люди науки и не мало им приходится работать, вдумываться, отказываться от весьма многого, к чему они привыкли, и мало по малу приучать себя мыслить и рассуждать по новому. Если бы новые идеи добились всеобщего признания и пришло бы время сделать их обязательным достоянием всех образованных людей, то человечеству пришлось бы пережить такой интеллектуальный переворот, сравнительно с кото-

рым упомянутый нами переход от геоцентрического миропонимания к гелиоцентрическому показался бы совершенно простым и ничтожным.

Однако, мы можем с уверенностью сказать, что новое учение не скоро делается общим достоянием, и вот по какой причине. В упомянутых выше случаях великих научных переворотов разница между старым и новым была громадная, не только по существу основных воззрений, но и по осязательности результатов. Кроме того, переход от старых идей к новым был сравнительно прост; задача вдуматься в новое и начать мыслить и рассуждать по новому не представляла чрезмерных затруднений. Современный же переворот характерен тем, что разница между новым и старым, громадная в области отвлеченного мышления, совершенная неосознательна на практике. Дело в том, что количественные изменения, вводимые новым учением в численные значения всевозможных физических величин, зависят от скорости, с которой тела движутся. Если эта скорость мала сравнительно со скоростью света (300,000 километров в секунду), то упомянутые изменения оказываются неизмеримо малыми. Но все скорости, с которыми мы встречаемся на земной поверхности, ничтожно малы сравнительно со скоростью света. Это относится даже к скоростям небесных светил, редко превышающих 100 километров в секунду. Скорость Земли при ее движении вокруг солнца (30 км. в сек.) в 10000 раз меньше скорости света. К этому нужно прибавить, что новое учение дает для многих величин такие изменения, которые зависят не от весьма малого отношения скорости тела к скорости света (одна десятитысячная для скорости Земли), но от квадрата этой маленькой дроби, т. е. от числа, которое получается, если эту дробь помножить самое на себя (одна стомиллионная для скорости земли). Измерить такие изменения возможно лишь в очень редких случаях, а потому—практически все остается по старому. Мы сказали, что старая механика Ньютона разрушена, и это верно, ибо ее фундамент, ее основные положения должны быть изменены. Но эти изменения, при обычных условиях, оказываются незаметно малыми, так что практически она остается неизменной,

и астрономы, инженеры, архитектора и т. д. никогда не перестанут ею пользоваться, как безошибочной основой своих рассуждений и вычислений. Впрочем, для астрономии, в особенности, когда она занимается вопросами, относящимися не только к нашей маленькой солнечной системе, но к миру неподвижных звезд и туманных пятен, или вообще вопросами космологического характера, новые идеи о пространстве и о времени должны иметь первостепенное значение, как это будет видно из дальнейшего.

Только в области электрических и радиоактивных явлений мы встречаемся со скоростями, не только не малыми сравнительно со скоростью света, но даже весьма к ней близкими, и в этой области новое учение предсказывает результаты, весьма существенно отличающиеся от того, что можно ожидать на основании старой механики Ньютона. Мы имеем в виду электроны, эти атомы отрицательного электричества, которые, напр., выбрасываются некоторыми радиоактивными веществами и обладают скоростью, почти равною скорости света. Но изучение этой области физических явлений надолго, а может быть и навсегда останется достоянием сравнительно небольшого числа ученых; его результаты вряд ли скоро проникнут в широкую публику, и в этом заключается причина того, что величайший из всех научных переворотов разыгрывается как бы за кулисами общеизвестных событий и вряд ли скоро появится на той сцене, с которой должен быть знаком всякий образованный человек.

Однако, истинное значение всякого рода новых мыслей вовсе не определяется только теми практически осязательными результатами, к которым они приводят. Если эти мысли верны, если в них отражается реально существующее, то они должны представить огромный интерес для всякого, кому дорог прогресс понимания окружающего нас мира, возникновение нового миропонимания, как бы ни были отвлечены новые завоевания человеческой мысли и не осязательны их результаты.

Следующее важное замечание окажется, вероятно, не бесполезным для читателя. Автору этих строк многократно приходилось беседовать с интеллигентными лицами, не физиками и не матема-

тиками, которые читали популярные статьи или слушали популярные лекции о принципе относительности. Весьма многие из этих лиц указывали, что они ничего понять не могут по той причине, что они не могут себе представить многих вещей, о которых говорится в принципе относительности. Выражаясь вульгарно, можно сказать, что здесь—собака зарыта.

Безусловно необходимо пересилить себя, необходимо заставить себя отказаться от всяких бесплодных попыток представить себе некоторые из выводов принципа относительности. И это вовсе не так уж трудно, ибо смысл этих выводов можно уразуметь, если судить по аналогии и наша задача будет, между прочим, заключаться в том, чтобы развить эту аналогию. Если читатель будет настаивать на том, что понятно только то, что можно себе, более или менее, ясно представить, то цель этих строк не будет достигнута. Но если удастся разъяснить упомянутую аналогию и тем самым дать читателю возможность отказаться от категорического требования ясного представления некоторых определенных выводов принципа относительности, то перед читателем станет вырисовываться картина результатов, к которым приводит учение Эйнштейна, а вместе с тем и новое, на нем основанное, миропонимание. Сказанное относится, главным образом, к общему принципу относительности.

§ 3. Покой и движение. Слова «абсолютный» и «относительный» применяются в обыденной речи, и их смысл ясен и понятен всем. Мы называем абсолютным все то, что верно безусловно, безотносительно к чему-либо другому. Относительным мы называем все то, что условно справедливо, что верно по отношению к чему-либо одному, но может быть неверно по отношению к чему-либо другому. Нет надобности приводить много примеров из обыденной жизни. Понятия, с которыми имеет дело наука о нравственности (этика) и наука о прекрасном (эстетика), большей частью, а может быть и все, суть понятия относительные. Если говорят, что на Урале находится «высокая» гора, то это значит, что она высока по отношению к другим горам того же горного

хребта; но она маленькая гора по сравнению с Монбланом, который, с своей стороны, не представлялся бы высокой, если бы он находился в Гималайских горах.

Можно привести не мало примеров таких понятий, которые когда-то считались абсолютными, и которые впоследствии оказались понятиями относительными. Так, напр., покой Земли когда-то считался абсолютным, что, как мы теперь знаем, неверно. Другой пример представляет понятие о направлениях «вверх» и «вниз», которые казались абсолютными. Теперь мы знаем, что если мысленно продолжить направление «вниз» через центр Земли до противоположной части ее поверхности, то оно окажется направлением «вверх». Даже в двух, недалеких друг от друга, точках земной поверхности эти направления неодинаковы, как это всем известно.

Лучший пример чего-то относительного представляют нам понятия о покое и о движении. Мы на земной поверхности окружены различными предметами, из которых некоторые находятся в покое, другие — движутся. Ясно, что мы здесь имеем дело с покоем и движением относительно Земли, которая со всеми находящимися на ней предметами вращается вокруг оси и движется вокруг солнца. Когда мы находимся в вагоне железнодорожного поезда или в каюте едущего парохода, мы также видим около себя предметы в покое и в движении, также очевидно, относительными.

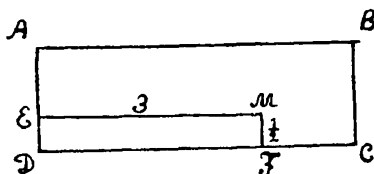
Возникает важный вопрос: можно ли, вообще, говорить об абсолютном покое и об абсолютном движении? Можно ли, прежде всего, указать случаи абсолютного покоя или движения. На этот вопрос мы должны ответить: нет, это невозможно. Действительно! Земля движется вокруг солнца; но и солнце со всеми окружающими ее планетами, их спутниками и кометами движется, и в настоящее время можно уже указать то созвездие, по направлению к которому движется вся наша солнечная система. Все звезды, доступные нашему наблюдению, вместе с млечным путем, составляют ту звездную систему, в состав которой входит наше солнце. Но подобными же звездными системами представляются те многочисленные туманные пятна, которые мы наблюдаем на небесном своде, и которые иногда отличаются весьма странно, напр.,

спиралевидною формою. Мы не можем сомневаться в том, что и звездные системы движутся, т. е. что с течением времени меняется их относительное расположение. Итак все, что доступно нашему наблюдению, все, что во вселенной находится, несомненно движется. Ясно, что мы не можем указать на какой либо пример абсолютного покоя, а следовательно и на какой либо пример абсолютного движения. Оставаясь в нашей звездной системе, мы нередко именно к ней относим покой и движение. Уже было упомянуто, что мы характеризуем движение нашей солнечной системы, указывая то созвездие, к которому направлено ее движение. То же самое относится к движениям некоторых из т. наз. «неподвижных» звезд, которые, хотя и весьма медленно, из года в год, меняют свое положение относительно других, окружающих их звезд. Несомненно, и эти последние движутся, но столь медленно, что необходимы тысячи и десятки тысяч лет, чтобы можно было заметить изменение их взаимного расположения.

Если нет возможности указать на фактически существующие примеры абсолютных покоя и движения, то возникает, особенно важный для нас, вопрос: можем ли мы вообразить, представить себе абсолютные покой и движение? С первого взгляда может показаться—почему же нет? Почему бы не представить себе покоя и движения абсолютных, т. е. безотносительных к чему-либо, находящемуся в пространстве, которое назовем абсолютным? Однако, легко убедиться, что мысль об абсолютном покое или таковом же движении в каком-то «абсолютном пространстве» есть абсурд, нелепость,—и чем глубже вдуматься в этот вопрос, тем яснее это для нас становится.

Постараемся это выяснить и поставим прежде всего вопрос о том, что мы называем покоем и движением. Как мы узнаем, находится ли какой либо предмет в покое или в движении? Очень просто: мы говорим, что предмет находится в покое, если он не меняет своего положения; он движется, если его положение меняется. Но что означает слово «положение»? Как определяется положение предмета или, просто, точки? Легко это выяснить на многих примерах. Положим, что $ABCD$ (черт. 1) представляет

горизонтальную, четырехугольную поверхность стола, и что в M находится какой-либо маленький предмет. Чтобы определить положение предмета M на столе, мы измерим его расстояния ME и



Черт. 1.

ME' от двух краев AD и DC стола; положим, что первое равно трем аршинам, а второе — поларшину. Если мы эти два числа запомнили или записали, то мы, уйдя и возвратившись, хотя бы через долгое время,

легко можем узнать, оставался ли предмет M за это время в покое, или его кто-нибудь сдвинул. Для этого мы отмерим вдоль края DC стола расстояние DF , равное трем аршинам, и затем, перпендикулярно к DC , расстояние FM , равное поларшину. Таким образом, мы вновь придем в прежнюю точку M и узнаем, сдвинут ли предмет, или нет. Мы можем сами унести наш предмет, а затем, только что указанным способом, поместить в то же самое место, где он находился раньше. Выражаясь короче, мы скажем, что определенное положение на поверхности стола может быть вновь найдено указанным способом.

Предположим теперь, что какой-нибудь предмет, напр. объектив (переднее стекло) зрительной трубы, находится в определенном месте свободного пространства комнаты. Как определить положение этого предмета? Для этого мы обратимся к двум смежным стенам и к полу этой комнаты. Чтобы определить положение какой-либо точки M , мы измерим расстояния точки M от двух стен (напр. 5 аршин и 3 аршина), и от пола комнаты (напр. 2 аршина). Если мы эти числа запомнили или записали и если мы наш предмет унесли, то мы можем его вновь установить в прежнем месте M , если мы вдоль второй стены отмерим расстояние в 5 арш.; затем перпендикулярно к этой стене, вдоль пола, расстояние в 3 аршина, и, наконец, от пола вертикально вверх, расстояние в 2 аршина; тогда мы вновь найдем прежнюю точку M . Итак, определенное положение в пространстве может быть