

НАУКА  ЗА 1 ЧАС

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ЭЙНШТЕЙНА

ЗА 1 ЧАС

БЫСТРО

КРАТКО

ПРОСТО



Наталья Петровна Сердцева
Теория относительности
Эйнштейна за 1 час
Серия «Наука за 1 час»

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=22500728

*Наталья Петровна Сердцева. Теория относительности Эйнштейна за
1 час: «Э»; Москва; 2017
ISBN 978-5-699-89641-7*

Аннотация

Альберт Эйнштейн – гений от физики, прекрасный ученый, революционер. Про него много шуток и мемов, невероятных историй и анекдотов. Каковы его главные достижения и как его теории перевернули мир? Краткая биография легендарного Эйнштейна просто и понятно объяснит вам, в чем заключается ценность этого человека. Будьте в курсе науки – всего за час!

Содержание

| | |
|--|----|
| Часть I. Вокруг теории относительности: друзья, коллеги и оппоненты Эйнштейна | 5 |
| Электромагнитная теория Максвелла и ее противоречия с механикой Ньютона | 5 |
| Хендрик Лоренц и специальная теория относительности | 11 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 17 |

Наталья Сердцева

Теория относительности

Эйнштейна за 1 час

© ИП Сирота, 2017

© ООО «Издательство «Э», 2017

Часть I. Вокруг теории относительности: друзья, коллеги и оппоненты Эйнштейна

Электромагнитная теория Максвелла и ее противоречия с механикой Ньютона

Активное изучение законов электромагнетизма началось в XIX веке, хотя и до этого ученые интересовались такими загадочными явлениями, как электричество и магнетизм. Еще в 1790-е годы естествоиспытатель из Франции Шарль Огюстен Кулон открыл закон электростатической силы и изложил его в виде формулы. Современная формулировка закона Кулона выглядит так: сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме направлена вдоль прямой, соединяющей эти заряды, пропорциональна их величинам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Она является силой притяжения, если знаки зарядов разные, и силой отталкивания, если эти знаки одинаковы.

Приблизительно в это же время итальянец Алессандро Вольта изобрел химическую батарею. Она представляла со-

бой банку с кислотой, в которую были опущены две пластинки, одна из меди, вторая из цинка. Ученый соединил их проволокой, после чего пластина из цинка начала растворяться, а на медной появились газовые пузырьки. Вольта доказал, что по проволоке протекает электрический ток. Позже он усовершенствовал свое изобретение, придав ему форму цилиндра. Эта химическая батарея получила название вольтова столба.

В 1820 году датский физик Ханс Христиан Эрстед сделал очередное впечатляющее открытие, связанное с электричеством: он обнаружил, что ток, пропускаемый через провод, воздействует на стрелку компаса, заставляя ее отклоняться. До этого считалось, что на компас могут воздействовать только магниты. Дальше за дело взялся другой естествоиспытатель, Андре Мари Ампер. Он выяснил и математически доказал, что электрические токи взаимодействуют: притягиваются и отталкиваются за счет сил магнетической природы.

В первой половине XIX века ученые представляли картину мира примерно так: есть точечные частицы, взаимодействующие между собой при помощи центральных сил (они направлены вдоль прямой линии, соединяющей точечные массы), и есть волны, распространяющиеся в материальной среде частиц. При этом взаимодействие частиц, в соответствии с расчетами, было мгновенным и могло происходить на расстоянии. Этот аспект теории казался странным и необъяснимым. «Вне физики наш разум не знает никаких

сил, которые оказывали бы действие на расстоянии», – позже написал по этому поводу Альберт Эйнштейн. Такими же необъяснимыми, хотя доказанными и общепринятыми, были законы Ньютона. Его формулы с точностью описывали физические законы, но не объясняли их причины. «Я не измышляю гипотез», – говорил по этому поводу сам ученый.

Дальнейшие исследования показали, что на электромагнитные взаимодействия, кроме расстояния, влияют также ускорение и скорость. Пока электрические заряды находились в состоянии покоя, классические законы движения Ньютона работали, но при движении зарядов и умножении величин в уравнениях векторы силы отклонялись от прямой линии. Становилось очевидным, что существующая теория центральных сил к электромагнитным явлениям неприменима.

Следующий шаг к пониманию явлений электромагнетизма сделал физик из Великобритании Майкл Фарадей. Он предположил, что, раз электричество влияет на магнит – заставляет двигаться намагниченную стрелку компаса, то и магнит может влиять на электричество. Ему удалось обнаружить явление электромагнитной индукции: под действием магнитного потока в замкнутом контуре появляется электрический ток.

Мир электромагнитных явлений разительно отличался от всего, что ранее изучалось физической наукой. Было очевидно, что все в нем существует по другим законам, еще не

известным науке. Теория центральных сил, основоположителем которой был Ньютон, здесь не работала. Фарадей понимал, что объяснение электромагнетизма взаимодействием частиц на расстоянии неверно.

Фарадей впервые использовал такие понятия, как силовые линии и электромагнитное поле, впоследствии разработанные Максвеллом.

Незадолго до этого в физику вернулось понятие эфира, введенное еще древними греками. Они считали, что эфир – некая нематериальная субстанция, более тонкая и неуловимая, чем воздух, пронизывает все пространство. Впоследствии эфир был забыт, пока к нему не вернулся Рене Декарт, а за ним и Ньютон. Декарт считал, что эфир заполняет Вселенную и, как воздух, образует завихрения и воронки. Ньютон предполагал, что притяжение Земли к Солнцу обусловлено воздействием эфира, но подробно он это предположение не разрабатывал. Физики XIX века считали эфир реально существующей субстанцией, в которой распространяются световые и звуковые волны – так же, как в воде волны распространяются от брошенного в нее камня.

Джеймс Клерк Максвелл объединил все существующие электромагнитные теории, от Эрстеда до Фарадея, и вывел законы, управляющие полями. Все электромагнитные явления были вписаны в стройную систему уравнений, и хотя Максвелл представлял себе поля в виде механических структур, состоящих из силовых завихрений, точность его урав-

нений была подтверждена дальнейшим развитием науки.

Максвелл сделал еще одно значительное открытие: он доказал, что свет – это электромагнитная волна. Составляя уравнения, он обнаружил, что электромагнитное движение соответствует математической модели волны, звуковой или любой другой. А скорость распространения этой волны – приблизительно 300 тысяч километров в секунду, то есть такая же, как скорость света. «Скорость поля так близка к скорости света, – записал Максвелл, – что мне кажется, есть серьезные причины сделать вывод: сам свет (включая тепловое излучение и другие виды радиации) обладает электромагнитной природой и распространяется в электромагнитном поле в форме волн, подчиняясь законам электромагнетизма».

А вот что об этом открытии написал спустя несколько десятков лет Альберт Эйнштейн: «Представьте себе, что он почувствовал, когда сформулированные им дифференциальные уравнения показали, что электромагнитные поля распространяются в форме волн и со скоростью света! Мало кому в мире повезло испытать подобное».

До открытия Максвелла свет считали явлением, не имеющим никакого отношения к электричеству или магнетизму. А теперь оказалось, что в природе все взаимосвязано сильнее, чем предполагали ученые до этого момента. Таким образом, уравнения Максвелла стали первой попыткой физиков создать унифицированные научные законы.

Понятие поля было удобным с научной точки зрения, уравнения Максвелла позволили решить многие проблемы и поэтому широко использовались физиками и математиками. А между тем существовала серьезная теоретическая проблема: как совместить постулаты молодой науки электродинамики, описанные уравнениями Максвелла, с проверенной временем механикой Ньютона?

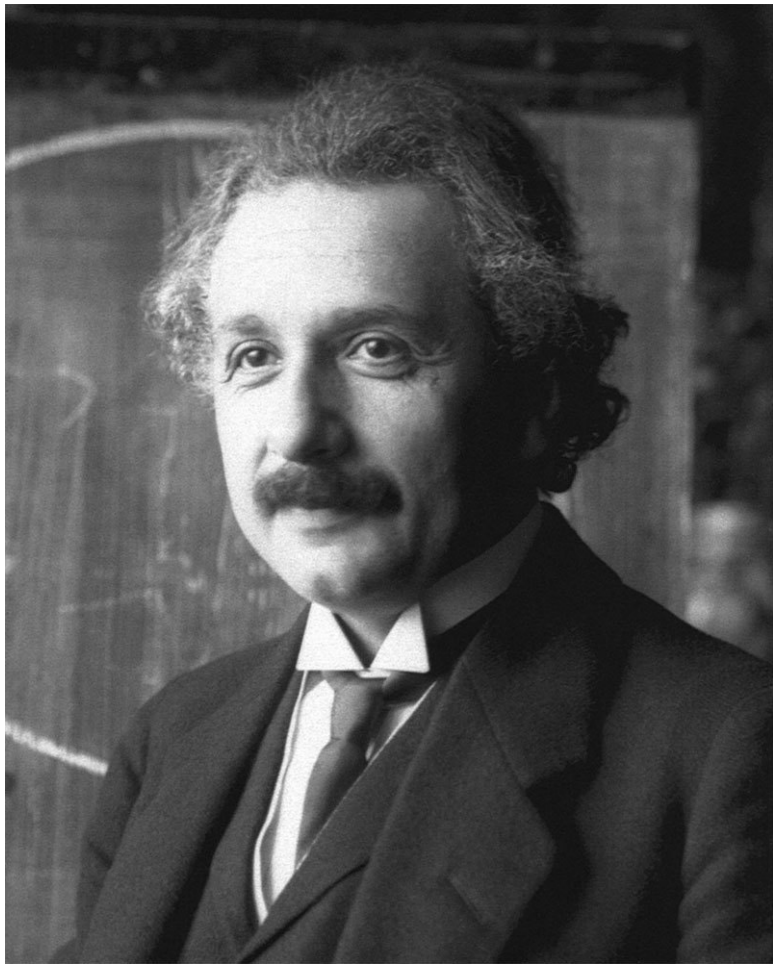
В соответствии с уравнениями Максвелла получалось, что скорость света неизменна и всегда составляет 300 тысяч километров в секунду. По законам Ньютона, существует принцип сложения скоростей. То есть, если поместить светящийся фонарик на движущийся объект, скорость света увеличится. В реальности же она не увеличивалась. Возникало неразрешимое противоречие между двумя верными теориями. Как его решить? Физики пытались сделать это при помощи изучения свойств эфира. Считалось, что это его неизученные воздействия вносят путаницу.

Проблему разрешил Альберт Эйнштейн. Для этого ему пришлось создать специальную теорию относительности.

Хендрик Лоренц и специальная теория относительности

Голландский физик Хендрик Лоренц еще во время учебы в Лейденском университете показал себя перспективным молодым ученым. Его докторская диссертация, посвященная преломлению и отражению света, была признана научным сообществом выдающейся работой. Тогда он впервые обратился к электромагнитной теории Максвелла и исследовал один из ее аспектов – следствия, касающиеся световых волн. К этой теории в течение своей научной карьеры он вернется еще не раз.

В 1878 году Лоренц написал статью, где высказал передовое по тем временам предположение, что все материальные тела состоят из электрически заряженных частиц, которые находятся в состоянии колебания и взаимодействуют со световыми волнами. Теория об атомном строении вещества тогда уже существовала, но сторонников среди ученых у нее было немного. Лоренц внес свой вклад в доказательство того, что все состоит из молекул и атомов.



Альберт Эйнштейн. 1921 г.

Следующие несколько лет ученый занимался преимущественно кинетической теорией газов. Он исследовал движение молекул, их температуру, кинетическую энергию и соотношение между этими величинами. Потом он снова вернулся к изучению электронов.

Лоренц предположил, что все волны – световые, электрические, радиоволны – возникают в результате колебаний микроскопических заряженных частиц – электронов.

В 1902 году Хендрик Лоренц и его коллега по Лейденскому университету Питер Зеeman получили Нобелевскую премию «в знак признания выдающегося вклада, который они внесли своими исследованиями влияния магнетизма на излучения». Член Шведской королевской академии наук Ялмар Теель так оценил значение работы Хендрика Лоренца: «Наиболее значительным вкладом в дальнейшее развитие электромагнитной теории света мы обязаны профессору Лоренцу. Если теория Максвелла свободна от каких бы то ни было допущений атомистического характера, то Лоренц начинает с гипотезы о том, что вещество состоит из микроскопических частиц, называемых электронами, которые являются носителями вполне определенных зарядов».

Исследование, за которое ученому присудили Нобелевскую премию, началось с изучения линий спектра в магнитном поле. Нагревая различные газы и пропуская излучаемый ими свет через спектроскоп, можно получить линейча-

тый спектр – яркие линии на черном фоне, соответствующие определенным частотам. Каждому газу соответствует свой спектр. Лоренц выдвинул гипотезу: частоты света, испускаемого газом, зависят от частот, с которыми колеблются составляющие газ электроны. Его следующее предположение заключалось в том, что на движение электронов может влиять магнитное поле, которое будет изменять частоты их колебаний. Эксперимент Питера Зеемана подтвердил это предположение.

Эффект Зеемана (расщепление спектральных линий в магнитном поле) не удавалось полностью объяснить до того момента, как появилась квантовая теория. Но гипотеза Лоренца об изменении колебания частот электронов позволила физикам понять основу этого эффекта.

На рубеже XIX–XX веков Хендрик Лоренц был одним из ведущих физиков мира, он занимался исследованиями в различных сферах физической науки: термодинамике, механике, оптике, электричестве, магнетизме. Лоренц внес свой вклад в развитие теории относительности и квантовой теории. Работа в этой области началась с изучения свойств эфира. Большинство физиков тогда полагали, что эфир реально существует и что он является средой распространения электромагнитных волн, так же как вода – среда для волн обычных. Неоднократно предпринимались попытки обнаружить эфир эмпирическим путем. Самый известный опыт поставили Альберт Майкельсон и Эдвард Морли, они пытались

«поймать» эфирный ветер, который должен был бы ощущаться при движении Земли, с помощью системы, состоящей из источника света, зеркал и детектора. Несмотря на точность приборов, эфирный ветер зарегистрирован не был. Лоренц начал работать над проблемой эфира и «примирения» электромагнитной теории Максвелла с физикой Ньютона еще в 90-е годы XIX века. До него существовали две противоположные теории: эфир полностью неподвижен, и эфир движется вместе с движущимся телом. Поначалу он пытался создать промежуточную теорию, но позже пришел к выводу, что эфир является неподвижной и при этом полностью проницаемой субстанцией.

Чтобы ответить на вопрос, почему же эфир не удастся обнаружить экспериментально, Лоренц выдвинул следующую гипотезу: во время движения тела сжимаются в направлении своего движения. В качестве причины этого явления ученый называл влияние эфира, который изменяет межмолекулярные силы. Точно такую же гипотезу в то же самое время выдвинул ирландский физик Джордж Фицджеральд.

Позже Лоренц написал статью «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах», в которой исследовал применение электромагнитной теории к разным системам отсчета (и к явлениям электромагнетизма, и к материальным телам). Он обнаружил, что уравнения Максвелла будут работать для всех систем, если внести в них дополнительную переменную, которую он назвал «местное вре-

мя». Это была просто вспомогательная величина, которая позволяла сохранить вид уравнений Максвелла, Лоренц в тот момент не думал о пересмотре самого понятия времени, он лишь хотел соединить электромагнитную теорию с ньютоновской механикой.

То, что время вовсе не абсолютная величина, позже доказал Эйнштейн, сформулировав специальную теорию относительности. Он же «отменил» эфир. В свете новых знаний существование этой субстанции стало просто ненужным. Позже Эйнштейн писал: «Что касается механической природы лоренцева эфира, то в шутку можно сказать, что Лоренц оставил ему лишь одно механическое свойство – неподвижность. К этому можно добавить, что все изменение, которое внесла специальная теория относительности в концепцию эфира, состояло в лишении эфира и последнего его механического свойства».

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.