

**В. Брэгг**

# **Мир света**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 52  
ББК 22.6  
В11

В11      **В. Брэгг**  
Мир света / В. Брэгг – М.: Книга по Требованию, 2021. – 262 с.

**ISBN 978-5-458-63121-1**

Книга знаменитого английского физика. В книге описывается: природа света, возникновение цветов, поляризация света, свет Солнца и звезд, рентгеновские лучи, волны и частицы. В книге нет изложения новейших открытий физики (автор умер в 1942 году), но написаны они, с точки зрения стиля и содержания, столь прекрасно, что их можно смело рекомендовать современному читателю любого уровня подготовки. Перевод с английского В. Л. Пульвера

**ISBN 978-5-458-63121-1**

© 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.

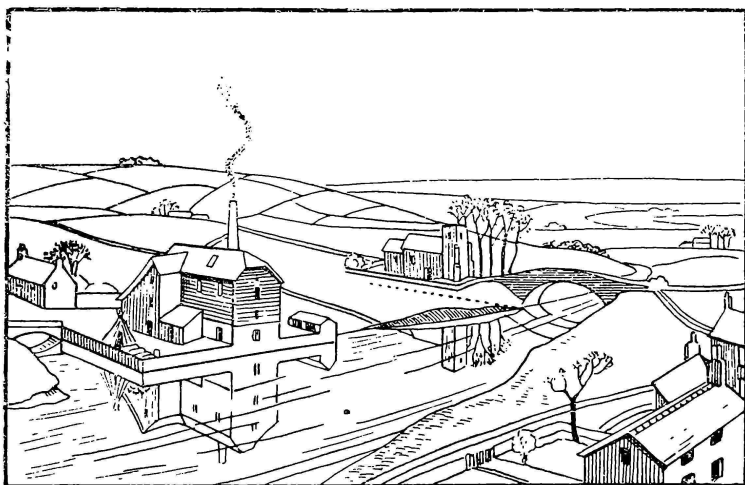


Серия Книжный Ренессанс

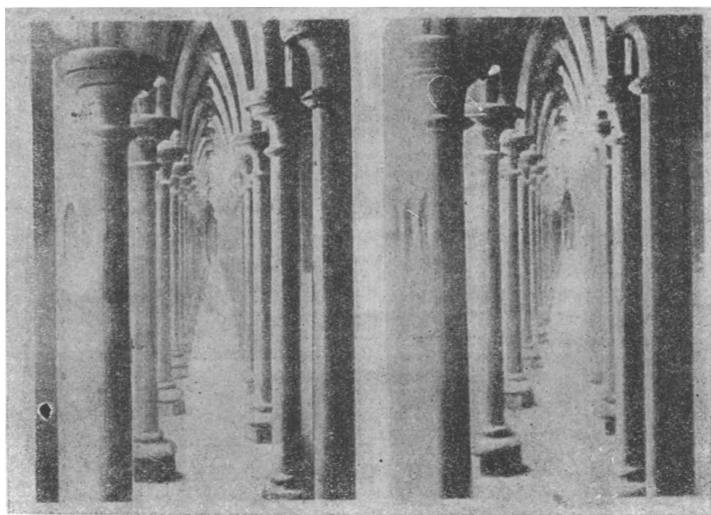
[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



ТАБЛИЦА I

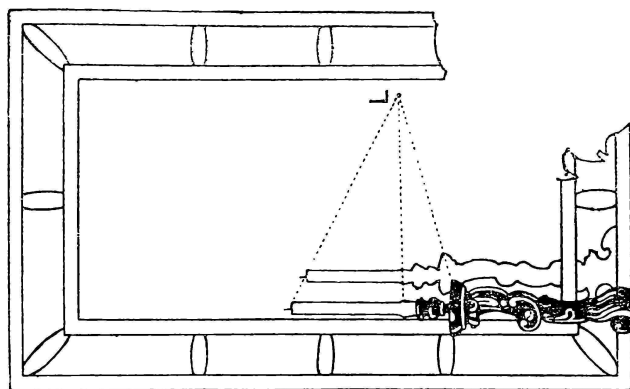
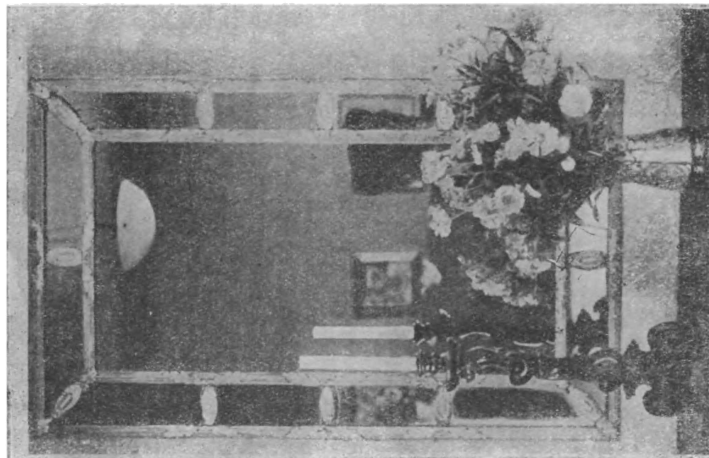


**А.** Вертикальная линия, соединяющая любую точку на этом рисунке с ее изображением в воде, пересекается уровнем воды посередине, в точке, лежащей под отражающимся предметом. Художник имел в виду нарисовать эти уровни так, чтобы их можно было легко проследить. Например, уровень воды под дорогой, проходящей вблизи группы деревьев, недалеко от середины рисунка, является продолжением линии, соединяющей точки, в которых обращенная к зрителю сторона арки моста, перекинутого через реку, соприкасается с водой (стр. 23).



**В.** Стереоскопическая фотография колоннады в соборе св. Михаила. Фотографии сняты со слегка различных точек зрения (стр. 29).

ТАБЛИЦА II



О отражении в плоском зеркале. Изображение фотографического аппарата смутно заметно справа над узггами. Прямая линия, соединяющая объект аппарата с его изображением, перпендикулярна зеркалу. Это относится ко всем предметам, находящимся в поле зрения. В том же направлении, в котором находится предмет, находится его изображение. Рисунок (стр. 23).

данными линиями, в частности к той, которая соединяет верхнюю часть свечи с изображением. Все эти перпендикуляры пересекаются в одном «центре перспективы» — иллюстрирует это свойство (стр. 23).

Без сомнения, будущие исследования, построенные на объединении обеих старых теорий, окажутся такими же плодотворными, какими эти теории были в прошлом, когда они существовали и совершенствовались на основе противоречия.

Собственно говоря, под светом обычно понимают крайне ограниченный круг обширного класса явлений излучения. Однако законы оптики применимы для гораздо более широкого круга вопросов, и работы основоположников этой науки имели более общее значение, чем думали они сами. Длины световых волн заключены в очень тесных пределах; но законы волнового движения относятся как к мельчайшим волнам рентгеновских лучей, так и к длинным радиоволнам. Светом пользуются в огромном количестве различных исследований. С ним имеют дело и при изучении далеких глубин пространства — в астрономии, и при наблюдении мельчайших деталей объектов, сложное строение которых также недоступно для нашего глаза; причем и в том и в другом случае всегда возникает масса вопросов, имеющих глубочайший интерес.

Больше того, оказалось, что лучи, имеющие несомненно корпускулярное строение, например пучки электронов, протонов или атомов, легко получаемые сейчас в лаборатории, подчиняются в некоторых отношениях тем же законам, что и свет. Волны и частицы являются скорее различными проявлениями одной и той же сущности, чем различными сущностями.

В слове „свет“ заключена вся физика и тем самым все науки. Это — одна длинная повесть, и предлагаемая читателю книга имеет в виду дать краткое изложение некоторых ранних глав этой повести, для того чтобы можно было легче оценить последующие.

Название книги совпадает с названием курса рождественских лекций, который я прочел в 1931 г. в Королевском институте. Такие лекции устраиваются ежегодно уже в течение более чем целого века для аудитории, состоящей главным образом из молодежи. Сам Фарадей прочел их не менее девятнадцати. Простота и ясность его изложения и склонность к наглядным опытам были, как до сих пор пишется в официальных отчетах, особенно „приспособлены для юношеской аудитории“. Преемники Фарадея старались следовать его примеру. Рождествен-

ские лекции 1931 г. сопровождались большим числом опытов как старых, так и новых.

Я пользуюсь ими в этой книге, но, конечно, я описываю эти опыты и выводы, вытекающие из них, значительно глубже, чем это позволяют лекционные демонстрации.

*В. Брэн*



## Глава I

### ПРИРОДА СВЕТА

Свет приносит нам вести вселенной. Лучи Солнца и звезд сообщают нам о положении этих светил, их движениях, составе и многих других их свойствах. Лучи, исходящие от предметов, окружающих нас в повседневной жизни, позволяют установить наше место в мире; мы любимся цветами и формами, открывающимися перед нами, мы пользуемся ими для обмена сведениями и мыслями. Если значение слова „свет“ понимать более широко, а есть все основания подразумевать под ним также все разнообразные виды излучений, весьма сходные со светом и невидимые глазу, тогда „свет“ можно рассматривать как мощное средство передачи из одного места вселенной в другое того вида энергии, который мы называем „лучистым теплом“. Радиопередача охватывается этим термином так же, как и рентгеновские лучи, лучи радиоактивных веществ и, возможно, космические лучи, привлекающие в последнее время так много внимания. Все эти весьма различные явления связаны общим принципом, удивительная универсальность которого становится все яснее и яснее по мере того, как мы изучаем природу света.

Мы можем пойти даже дальше. За несколько последних лет стало очевидным, что электрон, — мельчайший атом электричества, — обладает свойствами, родственными свойствам излучений, из которых свет является типичным и наиболее знакомым нам примером. Даже сами атомы вещества, повидимому, в некоторых отношениях могут быть причислены к этой большой категории явлений.

Итак, свет в широком смысле этого слова переносит энергию, которая является основой жизни и дает всему

живущему могущество наблюдения, и в то же время он родствен материи, из которой состоит все и живое и не живое. Вселенная есть арена, на которой проявляется его деятельность. Мы не преувеличиваем, когда говорим о „мире света“.

Мы рассмотрим сначала свет в узком смысле слова, а именно тот свет, который постоянно воспринимают наши глаза.

Свет, излученный Солнцем, через определенное время доходит до нас. При этом он претерпевает ряд испытаний.

Он пронизывает слои раскаленных газов, окружающих Солнце, и атмосферу Земли. Он, вероятно, отражается много раз и, наконец, попадает к нам в глаз от предмета, который мы видим. Это последнее отражение является для нас наиболее важной частью его пути, потому что оно позволяет нам судить о том, где находится данный предмет и что он собой представляет. Но наше зрение дает нам еще больше: привычка позволяет нам узнавать первичный источник, от которого свет исходит. Мы не смешиваем солнечный луч с лучом искусственного света. Если же мы применим приборы, анализирующие солнечный свет, можно будет пойти еще дальше. Мы сможем тогда узнать те испытания, которые свет встретил на своем пути: мы откроем состав и состояние атмосфер, пронизанных светом, а в некоторых случаях и тел, от которых он отражался.

Когда смотрят на океанский пароход, медленно плывущий по окончании путешествия в док, его внешний вид одновременно говорит и о пункте отправления и о странствованиях парохода, а если мы взойдем на борт, то по предметам, находящимся у пассажиров и лежащим вокруг, можно определить, в каких портах судно побывало. Этими деталями написана история путешествия.

Точно так же луч света, по прибытии в глаз, приносит с собой повесть о своих испытаниях; некоторые из них прочесть легко, другие — труднее. Известия, распознаваемые глазом, касаются в большинстве случаев последнего отражения испытанного светом в конце его путешествия, — это то, что позволяет глазу „видеть“ предмет, на котором это отражение имело место.

## ВОЛНОВАЯ ТЕОРИЯ СВЕТА

Мы, естественно, приходим к вопросу относительно природы этого „почтальона“ и способа его передвижения от одного места к другому. В наше время эти явления значительно легче понять, чем несколько лет тому назад. Передача по радио, или как мы обычно говорим, — радиовещание, знакомит нас с представлением о возникновении и распространении возмущений, передающихся в виде волн радиостанции, принимаемых близкими и далекими приемниками. Солнце посылает свои волны так же, как передающая радиостанция: наши глаза воспринимают волновые движения, достигающие их, так же как радиоприемники воспринимают волны из „студии“.

Нет никакой разницы в природе тех и других волн: они отличаются только размерами. Они двигаются совершенно одинаковым образом; и если одни из них передаются посредством какой-нибудь среды, то и другие также должны передаваться посредством среды. Единственная разница кроется в том, что световые волны следуют одна за другой через значительно меньшие интервалы, чем радиоволны. Это отличие не остается без последствий, и в некоторых отношениях свет и радиоволны ведут себя различным образом. Однако следует иметь в виду, что в основном эти явления — одной природы.

Такое тождество природы явлений чрезвычайно полезно и интересно. Волновая теория света всегда представляла большие трудности для понимания вследствие неожиданности основной идеи. Теперь мы ежедневно видим в газетах сведения о длине волн, посылаемых различными станциями, и, таким образом, представление о волнах стало вполне обычным. Это, конечно, не значит, что теперь мы знаем, какова среда, передающая эти волны, и как эта среда рассеяна в пространстве вселенной. Точно так же мы не знаем, происходят ли движения в ней вперед и назад или вверх и вниз, и вообще, какого рода движения здесь аналогичны хорошо знакомым нам волновым движениям воды на поверхности моря. Большинству известно только, что в радио существуют волны, длину которых можно измерить, и что приемники могут быть настроены на длину волны, посылаемой определенной станцией. Но этот факт весьма полезен для понимания волновой

теории света. Мы видим, что радиоинженер ежедневно пользуется в своей работе волновым представлением. Это представление постепенно делается менее смутным и становится сугубо практическим, хотя, несмотря на это, если мы внимательно рассмотрим сущность дела, то окажется, что мы сейчас знаем немногим больше того, что знали прежде. Мы начинаем лучше понимать только потому, что значительное различие в поведении обоих видов волн весьма поучительно. В дальнейшем мы будем часто пользоваться сравнением радио- и световых волн.

Длина радиоволн, излучаемых станцией Давентри, составляет 1 554,4 м, или 155 440 см. Длина волны красного света несколько меньше одной десяти тысячной доли сантиметра. Мы предполагаем произвести опыты, наглядно иллюстрирующие некоторые свойства волн. Ясно, что радиоволны слишком длинны, а световые волны слишком коротки для этой цели. Мы должны воспользоваться каким-нибудь волновым движением подходящего масштаба и поэтому останавливаем свой выбор на водяных волнах; при помощи волн на поверхности воды мы выясним общие свойства волнового движения, которые в данном случае такие же, как и в других случаях, так как, длинные или короткие, все волны в основном ведут себя сходным образом.

### ОПЫТЫ С ВОЛНАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Мы воспользуемся неглубоким сосудом со стеклянным дном, представленным на рис. 1. Он налит водой до глубины около 1 см. Рябь, бегущая по поверхности воды при возмущении последней, плохо видна при обычных условиях. Поэтому мы пользуемся направленным пучком света и проектируем тени волн при помощи зеркала на экран.

Мы встряхиваем сосуд и вызываем этим появление волн, параллельных его краям. Они двигаются поперек сосуда в двух противоположных направлениях, и обе системы волн встречаются посередине. Они пронизывают одна другую, и каждая достигает, наконец, стенки, противоположной той, от которой она исходит. Здесь волны отражаются и двигаются обратно. Эти простые наблюдения иллюстрируют два основных свойства волнового движения.

Первое заключается в том, что две системы волн пронизывают одна другую, оставаясь неизменными. Этот факт — общеизвестен, несмотря на то, что мы обычно не обращаем на него внимания. Если бы дело было иначе, то происходило бы много странных явлений. Предположим, что кто-нибудь смотрит на свечу; последняя посылает свет в глаз наблюдателя. Пусть еще один наблюдатель смотрит на другую свечу так, что луч его зрения

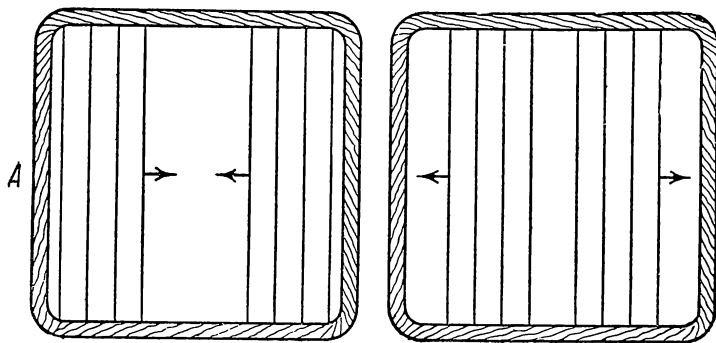


Рис. 1. Толчок, данный сосуду, вызывает появление волн, проходящих по поверхности воды. Две системы волн, возникающих у противоположных краев сосуда, встречаются на первом рисунке и уже пронизали друг друга на втором

пересекает луч зрения первого наблюдателя. Каждый наблюдатель видит свечу, на которую он смотрит, так, как если бы другой свечи не было вовсе и если бы это было иначе, то этот факт сказывался бы очень сильно.

Подумайте, как было бы удивительно если бы лучи света, рассеянные различными предметами в комнате, гасили друг друга при многочисленных встречах, которые они испытывают. В смешении лучей ничего нельзя было бы различить; вся комната стала бы не более, чем темным пятном. Точно так же и лучи различных радиостанций не влияют друг на друга при встрече. Явление, известное под названием интерференции, происходит при совершенно особых условиях, которые мы изучим позднее.

Когда один наблюдатель, например в Лондоне, принимает радиостанцию, находящуюся в Кардиффе, а другой в Саусэмптоне слушает Давентри, никто из них не страдает от того, что две системы волн пересекают друг

друга, так же как если бы оба слушателя находились где-нибудь около Оксфорда. При пересечении лучей имеет место сложное движение, представляющее взаимное наложение систем волн, распространяющихся независимо друг от друга, так, как если бы они никогда не встречались. Волны проходят друг через друга без всякого влияния, и этому обстоятельству следует несомненно приписать огромную роль в объяснении могущества нашего зрения.

В прежние времена, а, может быть, отчасти и теперь, трудно было себе представить, что лучи света пересекаются безо всякого влияния друг на друга. Это относится в особенности к представлению о свете, как о потоке корпускул, сторонником которого являлся Исаак Ньютон. Этой гипотезе выставлялось возражение, согласно которому два человека не должны были бы видеть один глаза другого, так как корпускулы, летящие навстречу, сбивали бы друг друга и падали бы на землю. Это не являлось сильным возражением, так как можно было предположить, что корпускулы столь малы, что столкновения происходят крайне редко. Интересно, однако, отметить, какими аргументами в свое время оперировали философы, пытаясь проникнуть в тайну природы света.

## ГИПОТЕЗЫ НЬЮТОНА И ГЮЙГЕНСА

В эпоху Ньютона существовали две враждебные теории: корпускулярная, предложенная самим Ньютоном, и теория импульсов, предложенная Гюйгенсом, который явился предвосхитителем современной волновой теории. Гюйгенс, так же как и Ньютон, предполагал существование мельчайших световых корпускул. Ньютон, однако, считал свет потоком летящих корпускул, тогда как Гюйгенс представлял корпускулы находящимися в покое и плотно заполняющими все пространство. Распространение света согласно этой гипотезе заключается в передаче ударов от частицы к частице. Гюйгенс пишет в своем „Трактате о свете“:

„Если взять некоторое число одинаковых шаров, сделанных из очень твердого вещества, и расположить их прямолинейным рядом так, чтобы они соприкасались, то при ударе такого же шара в крайний движение пере-