

О. Френель

О свете. Мемуар

**Серия "Классики
естествознания"**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
О-11

O-11 **О. Френель**
О свете. Мемуар: Серия "Классики естествознания" / О. Френель – М.: Книга по Требованию, 2013. – 160 с.

ISBN 978-5-458-50396-9

Работы знаменитого французского физика и его современников Юнга и Араго составляют основу современной оптики. Уже одно это обстоятельство должно сделать предлагаемую книгу интересной всякому, кто стремится к знакомству с этой областью физики; книга Френеля написана с дидактической целью; она проникнута стремлением убедить противников волновой теории в неправильности их взглядов, так как до Френеля господствующее место в науке занимала теория испускания Ньютона; эта книга поучительна, потому что главным доводом, которым убеждается в ней противник, служит чистый опыт.

ISBN 978-5-458-50396-9

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

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, кляксы, 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.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В июле 1927 года исполнилось сто лет со дня смерти Огюстена-Жана Френеля. Работы знаменитого французского физика и его современников Юнга и Араго составляют основу современной оптики. Уже одно это обстоятельство должно сделать предлагаемую книгу интересной всякому, кто стремится к знакомству с этой областью физики; книга Френеля написана с didактической целью; она проникнута стремлением убедить противников волновой теории в неправильности их взглядов, так как до Френеля господствующее место в науке занимала теория испускания Ньютона; эта книга поучительна, потому что главным доводом, которым убеждается в ней противник, служит чистый опыт.

В течение почти ста лет со дня смерти Френеля предложенная им теория считалась единственной возможной для всех оптических явлений. Но за последние несколько лет были открыты новые явления, касающиеся возникновения и распространения света; они стояли особняком от тех, к которым с неизменным успехом применялась теория, математически основанная Френелем; самым удивительным было то, что они очень просто и легко объяснялись с помощью теории световых квантов, очень близкой по смыслу своему к старой ньютоновой теории. Неожиданно перед физикой еще раз всталася задача, столь блестяще, казалось, уже один раз разрешенная Френелем, и читатель с особым интересом прочтет о тех тщательных и до мелочи продуманных опытах, которые в свое время легли в основу волновой теории. Весьма замечательно, что объяснение вновь открытых явлений за самое последнее время пошло не по пути отрицания волновой теории,— что по отношению к тем явлениям, о которых говорится в настоящей

книге, представляло бы бесполезные трудности,—а по пути создания новой так называемой „волновой“ механики, про которую можно сказать, что она находится к старой механике в таком же отношении, как геометрическая оптика или, даже, волновая оптика Гюйгенса к оптике Френеля.

Перевод сделан с нового издания труда Френеля в серии „Классиков науки“ издательства Арман Колэн (Armand Colin) в Париже. Из этой же книжки заимствованы фотография дифракционных полос (см. стр. 25) и некоторые биографические данные, помещенные вместе с поясняющими примечаниями в конце книги. При переводе мы старались быть как можно ближе к подлиннику, но некоторые слова и выражения все же для большей ясности изложения приходилось передавать не дословно.

B. Фредерикс

ПРИРОДА СВЕТА

1. Между физиками уже давно существует разногласие о природе света. Одни полагают, что свет выбрасывается священными телами, тогда как другие думают, что он происходит от колебаний бесконечно тонкой упругой жидкости, распространенной во всем пространстве, подобно тому, как звук происходит от колебаний воздуха. Волновой принцип, обязанный своим происхождением Декарту*, и, в выводах из него вытекающих, с большим искусством развитый Гюйгенсом,* был принят также Эйлером,* а в самое последнее время знаменитым доктором Томасом Юнгом,* которому оптика обязана многими важными открытиями. Принцип испускания, или принцип Ньютона, поддерживаемый великим именем своего автора — и, я сказал бы даже, той славой непогрешимости, которую ему создал его труд „Principes“,* — пользовался более общим признанием. Другая гипотеза казалась уже совсем оставленной, когда господин Юнг весьма любопытными опытами снова привлек к ней внимание физиков. Эти опыты являются ее поразительным подтверждением и кажутся в то же время весьма трудно совместимыми с принципом испускания.

Вновь открытые явления, по сравнению с ранее известными фактами, с каждым днем увеличивают шансы в пользу волнового принципа. Долгое время пренебрегаемый и более трудный, в смысле получения следуемых из него механических выводов, чем гипотеза испускания, он, тем не менее, дает нам уже значительно более широкие средства для надобностей вычислений. Последнее является одним из наименее сомнительных признаков правильности теории. Когда гипотеза правильна,

* См. примечания 1-е, 2-е, 3-е, 4-е и 5-е в конце книги.

то она должна приводить к открытию численных соотношений, связывающих весьма несходные между собой явления. Напротив, когда она неправильна, то точным образом она может представить только те явления, для которых была придумана, подобно тому, как эмпирическая формула обобщает в себе произведенные измерения лишь в тех пределах, для которых ее вычислили. С ее помощью нельзя будет открыть тайные связи, соединяющие данные явления с явлениями другого рода.

Так, например, господин Био, стремясь, со свойственной ему проницательностью, не уступавшей его упорству, найти законы, которым подчиняются красивые явления окрашивания, открытые господином Араго в кристаллических пластинках, нашел, что получаемые в них окраски следуют по отношению к их толщинам тем же законам, что и цветные кольца, а именно, что толщины двух однородных кристаллических пластинок, окрашенных в каких-нибудь два цвета, находятся в таком же отношении, как толщины воздушных слоев, отражающихся в цветных кольцах соответственно те же самые цвета. Это соотношение, на которое указывает нам аналогия, уже само по себе весьма замечательно и важно, независимо от какой-либо теоретической идеи; но Юнг, с помощью принципа интерференций, являющегося непосредственным следствием принципа волнового, пошел еще дальше. Он открыл между этими двумя различными явлениями еще другое значительно более тесное соотношение, а именно: разность хода лучей, преломленных в кристаллической пластинке обыкновенным образом, и лучей, претерпевших преломление необыкновенное, как раз равняется разности путей, пройденных лучами, отраженными от первой и второй поверхности воздушного слоя, который дает ту же самую окраску, что и кристаллическая пластина. Мы имеем здесь дело уже не с некоторым простым соотношением между явлениями, но с тождеством их.

Я мог бы к этому еще прибавить, что столь сложные по своему внешнему виду законы дифракции, которые напрасно старались разгадать соединенными силами опыта и принципа испускания, были показаны во всей их общности с помощью наиболее простых из принципов волновой теории. Несомненно, что и наблюдение способствовало их открытию, но с помощью

его оно не могло бы быть сделано, в то время как волновая теория по отношению к явлениям дифракции так же, как и во многих других случаях, могла предвосхитить опыт и заранее предсказывать явления со всеми их особенностями.

2. Только что указанные нами успехи волнового принципа показывают, что выбор между той или другой теорией не может быть безразличен. Полезность теории не ограничивается только тем, что облегчает изучение фактов, соединяя их в более или менее многочисленные группы по наиболее характерным соотношениям. Другая, не менее важная, цель всякой хорошей теории должна состоять в том, чтобы содействовать прогрессу науки открытием связующих фактов и соотношений между наиболее различными, и кажущимися наиболее независимыми друг от друга, категориями явлений. Но ясно, что, исходя из мнимой гипотезы о природе света, нельзя достигнуть цели столь же быстро, как в случае овладения искомойтайной природы. Теория, основная гипотеза которой правильна, с каким бы трудом она ни поддавалась математическому анализу, укажет, — даже между весьма чуждыми ей по содержанию фактами, — на соотношения, которые для другой теории на всегда останутся неизвестными. Таким образом, — не говоря уже о весьма естественном и всегда должна существовать желании знать истину, — мы видим, насколько для прогресса оптики и всего, что с нею связано, — т. е. для прогресса всей физики и всей химии, — важно, чтобы было известно, устремляются ли световые молекулы от тел, нас освещдающих, к нашим глазам, или же свет распространяется с помощью вибраций промежуточной жидкости, частицам которой светящиеся тела сообщают свои колебания. Но пусть не думают, что это один из тех вопросов, решения которых нельзя достигнуть; и если он долгое время казался нерешенным, то не следует отсюда выводить, что его разрешить невозможно. Мы думаем даже, что он уже решен, и что, внимательно рассмотрев оба принципа и те объяснения, которые они дают до настоящего времени известным явлениям, нельзя будет не признать превосходства волновой теории.

Имея в виду излагать главным образом практическое содержание явлений, мы не можем не изложить при этом и тех

теоретических соображений, которые в столь сильной степени способствовали открытию управляющих ими законов. Мы полагаем, что будет весьма полезно как для преподавания, так и для прогресса науки, если станут известными наиболее существенные и наиболее плодотворные принципы теории, преимущества которой долгое время оставались неоцененными. Размеры теоретического дополнения, как и само изложение главного, нуждающегося в дополнении, предмета исследования этого труда, не позволяют нам войти в детали вычислений; объяснив для каждого фактического вопроса, каким образом он становится математической задачей, мы дадим затем главные результаты анализа.

Прежде всего мы займемся дифракцией света, которая естественным образом должна быть помещена в начале всякого курса оптики, так как предметом ее изучения является наиболее простой вид отбрасываемой непрозрачными телами тени, а именно тот ее вид, когда освещающий предмет сводится к одной светящейся точке; изложению же этих явлений мы отведем столько места, сколько они по нашему мнению заслуживают, как наиболее подходящие для решения того большого вопроса, о котором мы только что говорили.

ДИФФРАКЦИЯ СВЕТА

3. Дифракцией света называют те видоизменения, которым он подвергается, проходя около края тел.

Если через отверстие с очень маленьким диаметром впустить в темную комнату солнечные лучи, то замечают, что тени тел, вместо того, чтобы быть ясно и резко ограниченными, — как это должно было бы быть, если бы свет распространялся всегда по прямой линии, — расщепляются на своих контурах и оказываются ограниченными тремя хорошо различимыми цветными полосами, ширина которых неодинакова и идет, уменьшаясь от первой к третьей; когда промежуточное тело достаточно узко, то полосы видны даже в тени, которая кажется разделенной на отдельные темные полоски и более светлые полоски, расположенные на равных расстояниях друг от друга. Последние второго вида полосы мы назовем внутренними полосами, а первые внешними полосами.

4. Гримальди* был первым физиком, тщательно их наблюдавшим и изучавшим. Ньютон,** тоже занимавшийся дифракцией и даже посвятивший ей последнюю главу своей Оптики, повидимому, не заметил внутренних полос, хотя его исследования более поздние, чем исследования Гримальди. В самом деле, в двадцать восьмом вопросе третьей книги своей Оптики, возражая против волнового принципа, по которому световые волны должны были бы распространяться и внутри тени тела, он говорит: „Правда, лучи, проходящие вдоль тела, несколько изгибаются, как это можно и было по-

* Grimaldi, Physico-mathesis de lumine, Болонья, 1665 г. См. также примечание 6-е в конце книги.

** См. примечание 7-е.

казано выше, но это изгибание не совершается в сторону тени; оно совершается в противоположную сторону, и только тогда, когда лучи проходят на очень близком расстоянии от тела; после этого они опять распространяются по прямой линии". Трудно понять, каким образом изгиб света во внутреннюю часть тени мог ускользнуть от столь опытного наблюдателя, в особенности, если принять в расчет, что он производил опыты с самыми узкими телами, так как он пользовался даже волосами. Можно даже подумать, что этим он был обязан своим теоретическим предубеждениям, до некоторой степени закрывавшим ему глаза на многозначащие явления, сильно ослаблявшие то главное возражение, на котором он основывал превосходство своего принципа.

В виду того, что изгиб света во внутреннюю сторону тени является фактом основной важности, мы считаем особенно нужным указать на детали опыта, с помощью которого он устанавливается. Чтобы у вас при производстве его не оставалось на этот счет никаких сомнений, впустите в темную комнату луч солнца через дырочку, проделанную в ставне и покрытую вами листом оловянной бумаги, с проколотым в ней булавкой отверстием, не превосходящим одной десятой миллиметра; вместо того, чтобы заставить падать косые солнечные лучи непосредственно на отверстие, что не позволило бы проследить за их ходом в темной комнате на достаточно большом расстоянии, заставьте их падать на расположенные вне комнаты зеркало, наклонив его так, чтобы лучи отражались приблизительно в горизонтальном направлении. Затем поместите в конус лучей, образованный впущенными таким образом лучами, железную или стальную, или сделанную из какого-нибудь другого совершенно не прозрачного вещества, нить, диаметр которой был бы, например, в один миллиметр. Для большей определенности я предположу, что нить находится на расстоянии одного метра от маленького отверстия, и что белый картон, на котором вы получаете ее тень, помещен еще на два метра дальше, т. е. на расстоянии трех метров от ставен. Очевидно, что если бы маленькое отверстие было бесконечно узким, если бы светящаяся точка была математической точкой, то геометрическая тень, очерченная на картоне, должна была бы

иметь три миллиметра в ширину, причем под этим названием я понимаю тень, границы которой были бы очерчены лучами, не претерпевшими никакого изгиба.

5. Вычислим теперь, насколько ширина абсолютной геометрической тени должна уменьшиться вследствие размеров освещавшего отверстия. В виду того, что последнее, по предположению, имеет диаметр в одну десятую миллиметра, крайние лучи будут исходить из точек, удаленных от центра на одну двадцатую миллиметра, а принимая во внимание, что картон находится от железной нити на расстоянии вдвое большем, чем расстояние нити от светящейся точки, геометрическая тень должна иметь в ширину одну десятую миллиметра. Таким образом, абсолютная геометрическая тень с каждой стороны не может уменьшиться больше, чем на одну десятую миллиметра, и, следовательно, будет иметь в ширину 2,8 миллиметра. Значит, если бы лучи не испытывали никакого изгиба во внутреннюю часть тени, то это пространство должно было бы быть в полной темноте. Но, внимательно его наблюдая, вы обнаружите слегка освещенные полосы, благодаря которым будут вырисовываться темные разделяющие их линии, и вы заметите, что даже в самом центре тени* находится блестящая полоса. Из этого опыта, который так легко проверить, следует, как это было замечено Гrimальди, что свет изгибается во внутренней части тени тел. Нужно сказать, что по мере того, как угол загиба увеличивается, свет очень быстро уменьшается в силе; но это быстрое уменьшение не находится ни в каком противоречии с теорией колебаний, которая очень просто объясняет его малыми размерами световых волн и которая дает даже закон, по которому это уменьшение происходит. Таким образом, Ньютон ошибался, предполагая, что свет не проникает за непрозрачные тела, и то возражение, которое он выводил отсюда против волновой теории, покоилось на неверном предположении.

6. Так как мы только что говорили о внутренних полосах, то поэтому сейчас же и опишем один остроумный опыт, про-

* В дальнейшем я буду называть блестящей полосой всякую полосу, заключенную между двумя смежными более темными полосами, как бы ни была мала при этом ее сила света.

изведенный по этому вопросу господином Юнгом, и приведем то важное следствие, которое он из него вывел.*

Прикрыв с помощью экрана весь свет, приходивший от одной из сторон узкого тела, он заметил, что все полосы, расположенные во внутренней части тени, совершенно исчезли, несмотря на то, что таким образом им устранилась только одна половина отклоненных лучей. Отсюда он вывел, что для образования полос необходимо совместное действие обоих пучков лучей, и что оно являлось результатом их действия друг на друга; в самом деле, каждый из этих двух пучков, взятый по отдельности, давал в тени один лишь непрерывный свет; и если бы они просто смешивались и не оказывали бы друг на друга никакого влияния, то их соединение тоже должно было бы дать непрерывный свет.

7. Если сделать предположение, — естественное с точки зрения принципа истечения, — что различные отклонения световых лучей вблизи тел происходят вследствие возбуждаемого телами некоторого притягательного или отталкивающего действия на световые молекулы, то можно было бы думать, что в этом опыте действие свободного края узкого тела изменялось экраном, касавшимся другого края таким образом, что утрачивалась способность образовывать внутренние полосы. Это возражение должно казаться весьма слабым уже потому, что внешние полосы, образованные свободным краем узкого тела, вовсе не меняются от соседства экрана, но господин Юнг, кроме того, и совсем устранил его, удалив экран от узкого тела настолько, что уже не могло быть основания предполагать, что он может сколько-нибудь изменить притягательные или отталкивающие силы узкого тела; экран помещался на пути одного из двух световых пучков, или как раз перед тем, как он касался края тела, или сейчас же после этого, — в том и другом случае внутренние полосы всегда исчезали.

8. Кроме того, он доказал существование взаимодействия световых лучей, пропуская свет через два маленьких достаточно друг от друга близких отверстия; он заметил, что

* Experiments and Calculations relative to physikal Optics (Philosophical Transactions, for 1804).