



## Ф. Гримальди

1618—1663

### О дифракции света

В истории оптики XVII в. занимает особое положение. На протяжении этого столетия были изобретены телескоп и микроскоп, установлен закон преломления света. Во второй половине XVII в. были открыты явления, относящиеся к физической оптике (дифракция света, цвета тонких пленок, двойное лучепреломление), установлена объективность цвета как характеристики света, а также измерена скорость света. Эти открытия послужили основой для развития теоретических представлений о свете. В конце столетия были сформулированы две важнейшие гипотезы относительно природы света — волновая и корпускулярная. Открытие дифракции света оказалось первым в ряду достижений физической оптики и представляет собой яркий пример использования экспериментального метода, развитие которого составляет важнейшую черту научной революции XVII в. Честь обнаружения и первичного исследования дифракции принадлежит итальянскому ученому Ф. Гримальди.

**Ф** ранческо Мария Гримальди родился 2 апреля 1618 г. в Болонье в обеспеченной семье торговца шелком. Еще мальчиком Гримальди вступил в орден иезуитов. На протяжении ряда лет он изучал философию, риторику и теологию в нескольких иезуитских школах и университетах Италии и в 1647 г. получил степень доктора философии. На протяжении многих лет Гримальди преподавал в иезуитской коллегии в Болонье. В 1651 г. он принял сан священника.

Несмотря на принадлежность к ордену иезуитов, Гримальди придерживался прогрессивных для своего времени взглядов, из-за чего у него неоднократно возникали конфликты с братьями по ордену. Отклонение взглядов Гримальди от некоторых канонических религиозных воззрений привело к тому, что он был фактически отстранен от чтения курса философии и в конце жизни преподавал математику. Умер ученый 28 декабря 1663 г. в возрасте 45 лет.

Первоначально научные интересы Гримальди относились к астрономии. Его исследования в этой области начались под воздействием известного итальянского астронома Дж. Риччиолли. В 1640 г. Гримальди проводил по его просьбе опыты по сво-

бодному падению. Риччиолли отмечал большую помощь, которую ему оказал Гримальди при подготовке книги «Новый Альмагест» (1651), и подчеркивал его способности к изобретению новых приборов и проведению точных измерений.

От астрономических вопросов Гримальди перешел к проблемам оптики. Последние годы жизни он был занят подготовкой книги по оптике, которая увидела свет лишь после его смерти. Гримальди попытался исследовать поведение очень узких световых пучков, надеясь таким образом выяснить природу света. Опыты с узкими световыми пучками привели ученого к открытию явления дифракции (этот термин предложил сам Гримальди). В вопросе о природе света он колебался в выборе между субстанциальным и акцидентальным взглядами. Отрицая представления о свете как потоке частиц, он не мог решить, является ли свет непрерывной средой (субстанцией), подобной жидкости, или представляет собой свойство (акциденцию) некоей непрерывной среды. Из анализа его сочинения «De lumine» можно заключить, что Гримальди склонялся ко второй точке зрения. Из аналогии между оптическими явлениями и движениями жидкости, которой пользовался Гримальди, в его позиции можно усмотреть элементы волновой теории света.

## Физическое учение о свете, цветах и радуге...<sup>1</sup>

---

### КНИГА I

**Предложение 1.** Свет распространяется или расходится не только прямолинейно, путем преломления и отражения, но также еще четвертым путем — посредством дифракции.

**Первый эксперимент.** В оконной ставне тщательно затемненной комнаты проделано очень маленькое отверстие  $AB$  [рис. 31] и через него в комнату пропускается солнечный свет от очень чистого неба. Распространение этого света будет происходить внутри конуса или внутри области, близкой к конусу,  $ACDB$ ; оно становится видимым, если воздух наполняется пылью или если в него добавляют некоторое количество дыма. В этот конус на большом расстоянии от отверстия  $AB$  помещают непрозрачное тело  $EF$  так, что по крайней мере один из его концов оказывается освещенным. Затем вышеупомянутый конус падает на белую доску или лист белой бумаги, лежащий на полу, на котором видно его освещенное основание  $CD$  с тенью  $GH$ , отбрасываемой телом  $EF$ , которое помещено в конус и имеет освещенным либо конец  $E$ , либо  $F$ . Эта тень, согласно законам оптики, не будет определена точно и не заканчивается в точке  $G$  с одной стороны и в точке  $H$  — с другой; но вследствие [конечной] ширины отверстия  $AB$ , а также из-за протяженности Солнца и по другой причине край тени будет до некоторой степени неопределенным благодаря так

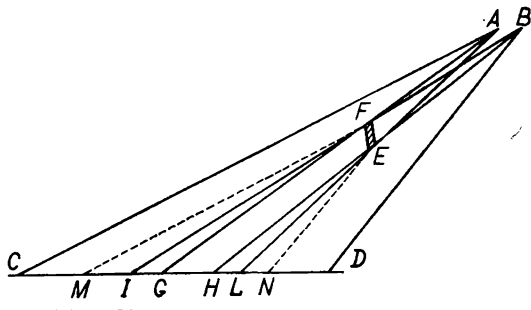


Рис. 31

называемой полутени и с ощутимым уменьшением или, как говорят, затенением света на отрезке  $IG$  между резкой тенью и ярким светом на одной стороне основания, а также на отрезке  $HL$  с другой стороны.

Однако надо особо отметить тот факт, что тень  $IL$  в действительности оказывается значительно шире, чем она должна быть, если предполагать, что все действие происходит по прямым линиям, проведенным от концов  $AB$  через любой из концов  $EF$ , как показано на рисунке, и больше, чем получилось бы из расчета, основанного на данных расстояниях  $EL$  и  $FI$  и на размерах  $AB$  и  $EF$ , а также исходя из [знания] всех углов, необходимых для решения показанных на рисунке треугольников, в чем мы сами часто убеждались при испытаниях. Коротко говоря, по трем сторонам треугольника  $AFE$  с помощью тригонометрии получаем угол  $A$ , зная который в треугольнике  $AGL$  по сторонам  $AG$  или  $AL$  и наблюдаемому углу  $G$  находим  $GL$ . Затем в треугольнике  $AFB$ , который может считаться равнобедренным, по трем данным сторонам находим угол  $F$  и вертикальный [по отношению к нему] и равный угол  $IFG$ , зная который в треугольнике  $IFG$ , а также зная расстояние  $FI$  и наблюдая угол  $I$ , получаем отрезок  $IG$ , который при сложении с уже найденным отрезком  $GL$  дает искомое основание  $IL$  таких размеров, какие оно должно было бы иметь, если бы все распространение [света] шло по прямым линиям в световом конусе, прерываемом непрозрачным телом  $EF$ . Эти треугольники имеют очень острые углы, так что нужны таблицы, рассчитанные до больших радиусов, тем не менее их решение не невозможно. Таким образом, мы можем показать на рисунке тень, определенную из расчета, когда она найдена по прямым линиям, как указано выше. Это будет отрезок  $IL$ . Однако истинная тень, которая возникает при наблюдении, — это  $MN$ .

Вдобавок при наблюдении части поля  $CM$  или  $ND$ , которое ярко и сильно освещено, будут видны полосы или зоны окрашенного света такого вида, что в любой из них в середине свет очень чистый и ясный, но по краям у них наблюдается некоторая окраска, всегда голубоватая с той стороны, которая ближе к тени  $MN$ , и красноватая с дальней стороны. Эти яркие полосы отчет-

ливо зависят от размеров отверстия  $AB$ , поскольку они не видны, если оно очень велико, хотя они и не определяются им. Также не определяются они и диаметром Солнца, что выяснится из сказанного далее.

Относительно вышеупомянутых полос или зон окрашенного света можно заметить, что когда они тянутся от  $M$  к  $C$  (и то же самое мы можем сказать о других [полосах] между  $N$  и  $D$ ), то первая шире второй, а вторая шире третьей (никогда еще не случалось, чтобы было видно более трех [полос]). Они уменьшаются по интенсивности света и цветов в том же порядке, в каком удаляются от тени. Тем не менее отдельные полосы тем шире и тем более удалены друг от друга, чем дальше находится белая доска, на которой они воспринимаются, от непрозрачного тела, дающего тень, и разделены тем сильнее, чем более наклонно она расположена по отношению к солнечному излучению. Это естественно, поскольку они образованы лучами, составляющими часть светового конуса, которые становятся все более отдаленными друг от друга по мере их распространения.

Возможно, что найдется некто, вследствие неспособности осознать это наблюдение, не желающий признать, что вышеупомянутые полосы суть полосы света, в то время как мы сказали, что это так, но будет утверждать, что и их скорее следует называть полосами тени, поскольку он не обратил достаточно внимания на те темные цвета, которые, как мы сказали, появляются по сторонам этих световых полос. Это можно более отчетливо пояснить на рисунке, где рядом с тенью  $X$ , создаваемой непрозрачным телом и падающей на доску или лист белой бумаги, показаны три [из шести] светящиеся полосы, каждая из которых состоит из трех меньших полос [рис. 32]. Первая, самая широкая, полоса — это  $NMO$ , середину которой составляет  $M$ , самая широкая и яркая область из всех, не дающая цвета, но ограниченная двумя меньшими окрашенными полосками. Одна из них,  $N$ , ближняя к тени, голубоватая, а другая  $O$  — красноватая. Вторая полоса  $QPR$  уже, чем первая, в ее середине находится  $P$  — яркая неокрашенная полоска, которая ограничена двумя полосками, окрашенными, но неяркими; одна  $Q$ , ближайшая к тени, голубоватая, другая  $R$  — красноватая. Третья полоса  $TSV$  самая узкая из всех. У нее в середине находится полоска  $S$ , а по краям — две менее заметные окрашенные полоски, из которых  $T$  — голубоватая, а  $V$  — красноватая.

**Второй эксперимент.** В оконной ставне хорошо затемненной комнаты делается отверстие, возможно, в палец шириной, в это отверстие помещается тонкая непрозрачная пластинка  $AB$  [рис. 33] и через очень узкое отверстие в этой пластинке пропускается солнечный свет, образующий световой конус. На большом расстоянии от пластинки  $AB$  помещается другая пластинка  $EF$ , пересекающая этот конус под прямыми углами. В ней также имеется малое отверстие  $GH$ , через которое пропускается часть конуса света, перекрываемого пластинкой  $EF$ . Эта пластинка

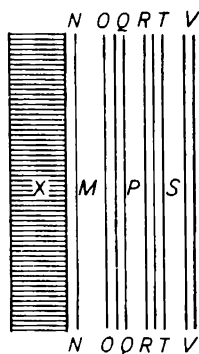


Рис. 32

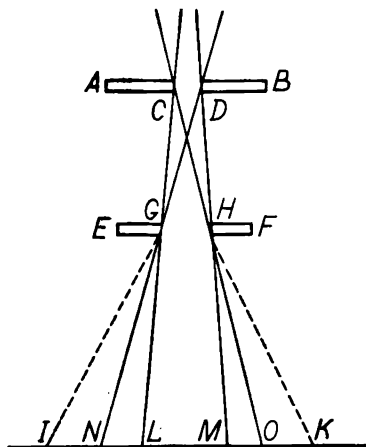


Рис. 33

располагается так, что основание конуса значительно превышает размеры отверстия  $GH$ , и поэтому оно полностью освещено или заполнено светом. Тогда свет, который проходит через отверстие  $GH$ , снова образует конус или почти конус. Когда он рассекается под прямым углом или обрывается гладкой белой поверхностью, то образует на поверхности освещенное основание  $IK$ , заметно большее, чем то, что должно быть создано лучами, которые пропущены по прямым линиям через два отверстия, и не только лучами, проходящими с одной стороны краев отверстий, подобно  $CGL$  и  $DHM$ , но даже теми, что проходят с противоположных сторон, как и  $CHO$ . <...>

Для того чтобы эксперимент был успешным, солнечный свет должен быть ярким, потому что, как было сказано, отверстия должны быть очень маленькими, в особенности первое,  $CD$ , а также поскольку белая поверхность, на которой образуется основание  $IK$ , должна находиться на большом расстоянии от отверстия  $GH$ , иначе наблюдаемое основание либо вовсе не больше основания  $NO$ , определенного расчетом, либо больше него очень ненамного.

Когда наблюдение проводилось в середине дня летом, при чистом небе, наблюдавшееся основание  $IK$  настолько превосходило рассчитанное основание  $NO$ , что не могло быть никакого вопроса о том, чтобы приписать это [явление] ошибкам наблюдения.

Нельзя упустить и то, что освещенное основание  $IK$  кажется залитым в середине чистым светом, а на любом из краев его свет окрашен частично красноватым, частично сильно голубоватым [цветом]. <...>

## Комментарий

Перевод с латинского отрывков из работы Ф. Гримальди выполнен С. Р. Филоновичем по изданию: Grimaldi F. M. *Physico — mathesis de lumine, coloribus et iride...* Bologna, 1963.

<sup>1</sup> Полное название сочинения Гримальди, в котором по традиции кратко излагалось его содержание, звучит так: «Физическое учение о свете, цветах и радуге, а также о других родственных вопросах, в двух книгах, первая из которых представляет новые эксперименты и выведенные из них заключения в пользу субстанциальности света. Однако во второй книге аргументы, приведенные в первой, опровергаются и учение перипатетиков об акцидентальности света защищается как вероятное».

## Литература

- [1] Собрание сочинений Ф. Гримальди не издавалось. Переиздание основного сочинения Гримальди вышло в Болонье в 1964 г. к 300-летию со дня смерти ученого (см. выше).
- [2] Tabarroni G. P. F. M. Grimaldi, bolognese iniziatore della ottica — fisica. Bologna, 1964.
- [3] Ронки В. Падре Гримальди и его эпоха. // Успехи физических наук. 1965, т. 87, вып. 2, с. 349—366.

**Голин Г. М., Филонович С. Р.**

Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): Справ. пособие. — М.: Высш. шк., 1989. — 576 с.: ил. ISBN 5-06-000058-3