

В. П. ЗУБОВ

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗЗРЕНИЯ ФРАНЧЕСКО-МАРИА ГРИМАЛЬДИ
(1618–1663)**

От редакции

Статья «Физические воззрения Франческо-Мариа Гримальди (1618–1663)», написанная выдающимся отечественным историком естественнаучной и философской мысли Василием Павловичем Zubовым (1900–1963), до сих пор ни разу не издавалась, но сохранилась в виде машинописного текста в домашнем архиве ученого, хранимом его дочерью Марией Васильевной Zubовой. Предоставленный ею материал был подготовлен к печати А. М. Шишковым. Публикуемая работа, вероятно, была напечатана в то же время, что и статья В. П. Zubова «Из истории открития дифракции света» (Природа, 1940, № 7. С. 94–95).

О Гримальди принято говорить, что он – тонкий наблюдатель и экспериментатор, открывший дифракцию света, что его теоретические взгляды отличаются двойственностью и неустойчивостью и что он – представитель иезуитской физики XVII в.

Первая характеристика не вызывает сомнений. Достаточно бегло просмотреть основной посмертный труд Гримальди по оптике¹, чтобы убедиться как в этом, так и в том, что для Гримальди не прошли даром 25 лет преподавания словесности в болонском иезуитском коллегииуме: латынь его отличается ясностью, образностью и точностью. Описания его наблюдений – куски действительности, воскрешающие всю ту конкретную обстановку, в которой производились опыты. Вот характерные примеры:

Здесь очень важно то явление, на которое недавно обратил мое внимание патер Антоний Форестус, преподаватель философии в здешнем нашем болонском коллегииуме. В ночное время он смотрел на большую ярко-белую стену, на которую почти прямо падали лучи полной луны и в которой было три ряда открытых окон. Они, естественно, казались черными параллелограммами на белом фоне. Когда он затем поднял глаза к совершенно ясному небу, ему показалось, что в воздушной глубине он видит те же окна, т. е. те же темные параллелограммы².

Другой пример:

Однажды при совершенно чистом небе, ночью, часу в 4-м или 5-м после заката солнца, я наблюдал луну и заметил, что она заходит за холмом, находящимся от меня на расстоянии около мили. На вершине этого холма росло до-

¹ Его точное заглавие: *Physico-Mathesis de lumine, coloribus et iride. Bononiae, 1665*. Имя автора указано лишь на втором титульном листе в тексте посвящения и в апробации.

² *Physico-Mathesis... Liber I. Propositio 27. § 6*. В дальнейшем мы цитируем всюду это сочинение без упоминания заглавия, причем римская цифра означает книгу, а арабские – пропозицию и параграф.

вольно высокое дерево, расположенное по прямой линии между моим глазом и луною. Оно было, казалось, нарисовано на диске луны. Я тотчас же схватил зрительную трубу и, направив на луну, не без великого удовольствия различил даже мельчайшие сучья и мельчайшие ветви этого дерева; а так как дерево к тому же колебалось от ветра, то и это колебание я примечал глазом через телескоп (I, 39, 2).

Не забудем, что Гримальди вместе с Риччоли производил тщательные наблюдения пятен луны и имена, поныне употребляющиеся в селенографии, введены им.

В историю физики Гримальди вошел благодаря своему открытию дифракции света. Ему принадлежит и самый термин *diffraction*. Он сам сознавал важность своего открытия и неслучайно поместил описание дифракционных опытов в самом начале своего труда. Эти начальные страницы читались в последующее время наиболее внимательно. Многие, пожалуй, и не заглядывали дальше. Хотя изложение опытов и делалось не раз³, тем не менее полезно дать здесь подлинный текст Гримальди, способный лучше всего ввести нас в научный стиль этого автора.

В первой пропозиции своей книги Гримальди доказывает, что

свет не только распространяется по прямой линии, не только отражается и преломляется, но распространяется и неким четвертым способом – расщепляясь.

В качестве доказательства приводятся два опыта:

Эксперимент первый (I, 1)

7. Сделав в [закрытом ставнями] окне очень маленькое отверстие *AB*, дадим проникнуть сквозь него в совершенно темную комнату свету солнца при совершенно ясном небе; он распространится по конусу или почти конусу *ACDB*, который будет видим, если воздух наполнен атомами пыли или если в нем станет клубиться какой-нибудь дым. Введем какое-нибудь непрозрачное тело *EF* в этот конус на большом расстоянии от отверстия *AB* и притом так, чтобы оказалась освещенной только одна сторона этого непрозрачного тела; затем на белую доску или на лист белой бумаги, разложенный на полу, уловим названный конус, точнее его светлое основание *CD*, вместе с тенью *GH*, отбрасываемую непрозрачным телом *EF*, находящимся внутри конуса и освещаемым на обоих своих краях *E* и *F*. Эта тень по законам оптики не будет резко очерченной и ограниченной в одной точке *G* с одной стороны, и в другой точке, *H*, с другой: в зависимости от величины отверстия *AB*, имеющего, как очевидно, известную ширину [сколько бы мало оно ни было], а также в зависимости от того, что и солнце в свою очередь также простирается вширь, или в зависимости от другой какой причины, но границы тени будут не совсем четкими, ввиду наличия некой полутени, – ощущимой убыли или, как говорится, дымки света (*exfumatio luminis*) в проме-

³ Например: *Wilde, E. Geschichte der Optik. Berlin, 1838. Bd. 1. S. 322–327; Caverni, R. Storia del metodo sperimentale in Italia. Firenze, 1892. T. 2. P. 98–101; Mach, E. Die Prinzipien der physikalischen Optik historisch und erkenntnispsychologisch entwickelt. Leipzig, 1921. S. 185–188; Хвостиков И. А. Основные вопросы истории учения о свете // Природа. 1935. № 4. С. 48–54.*

жутке JG между полной тенью и ярким светом с одной стороны названного основания и в промежутке HL с другой.

8. Но вот что следует отметить особенно: вся тень JL окажется на деле значительно большей, чем она должна была бы быть при предположении, что свет распространяется по прямым линиям от краев A и B вдоль краев E и F , как показано здесь на чертеже [рис. 1]⁴, и даже большей, чем она должна быть на основании вычисления из данных расстояний BF и FJ , из размеров AB и EF и из всех углов, необходимых для решения изображенных на чертеже треугольников. В этом мы сами неоднократно убеждались на опыте. В самом деле, рассмотрим это вкратце: если в треугольнике AFE даны три стороны, то на основании правил тригонометрии мы можем определить угол A . В треугольнике AGL этот угол вместе с стороной AG и AL и углом G , установленным путем наблюдения, позволяет определить GL . Затем в треугольнике AFB , который можно принять за равнобедренный, по трем сторонам определяют угол F и равный ему внутренний накрест лежащий JFG . Этот угол, если известно расстояние FJ и определен угол J , позволяет определить в треугольнике JGF прямую JG . Прибавляя ее к найденной линии GL , мы получим искомое основание JL , которое должно было бы быть таким, если распространение света внутри светового конуса при загороживании непрозрачным телом EF происходило бы только по прямым линиям. Ведь хотя эти треугольники очень остры и нужны очень точные таблицы, тем не менее решение их не невозможно. Итак, мы полагаем, что JL на чертеже есть величина вычисленной тени, построенной посредством прямых. На деле, однако, оказывается, что тень имеет величину MN .

9. Кроме того, в части светлого основания CM и ND , освещенной ярко и сильно, замечаются некие полосы (*tractus*) или линии (*series*) окрашенного света, так что в каждой полосе в середине свет совершенно чист и бесцветен, а по краям находится какой-нибудь цвет – на краю, ближе расположенном к тени MN , голубой (*caeruleus*) и красный – на краю более удаленном. Хотя эти светлые полосы зависят от величины отверстия AB и не появляются, если оно слишком велико, однако не оно определяет их появление, так же как не определяет их появление величина солнечного диаметра. Это будет ясно из дальнейшего.

10. Наряду с тем можно наблюдать, что названные полосы или линии окрашенного света располагаются от M к C (и от N к D) так, что первая полоса шире, чем вторая, а вторая – шире, чем третья (более трех не случается видеть), и яркость света и цветов убывает в том же порядке, в каком эти полосы удалены от тени. Каждая из них становится тем шире, чем больше расстояние между непрозрачным телом, отбрасывающим тень, и белой доской, а также чем более наклонно эта доска расположена по отношению к солнечным лучам. Это совершенно естественно, так как полосы эти получаются от лучей, составляющих часть светового конуса и расходящихся тем более, чем на большее расстояние лучи простираются.

11. Найдется, может быть, такой человек, который по недостатку наблюдательности не пожелает признать названные полосы за полосы света, как

⁴ Здесь и далее в машинописном оригинале статьи В. П. Зубова изображения пояснительных чертежей отсутствуют. Однако автор снабжает свой текст следующим приложением: «Иллюстрации. – 1) Из книги *Grimaldi. Physico-Mathesis de lumine. Bononiae, 1665*. Шифр Гос. Ленингр. Публ. Б-ки 5. 2. 2. 4. Чертежи со стр. 2, 3, 4, 5, 9, 187, 180, 257, 54, 342. Второй титульный лист. 2) *Scheiner, Chr. Rosa Ursina. Bracciani, 1626–1630*. Любопытный из рис. на стр. 575, 577, 579, 581, 583 (какой лучше выйдет). Шифр Ленингр. Гос. Публ. Б-ки 5. 9. 2. 22». – А. Ш.

сказали мы, а будет требовать, чтобы их называли скорее полосами теней, так как он не замечает тех темных цветов, которые, как было сказано, появляются на краях световых полос. Для наглядности пусть на чертеже [рис. 2] будут изображены возле тени X , отбрасываемой непрозрачным телом на доску, три светлых полосы, из коих каждая состоит из трех, так сказать, меньших полосок. Первая и самая широкая полоса пусть будет NMO ; в середине ее — M , самая широкая и светлая полоска, не имеющая никакого цвета и обрамленная двумя меньшими, цветными; из них одна, N , ближе расположенная к тени, имеет голубой цвет; а другая, O — красный. Вторая полоса QPR уже, чем первая: в середине ее — светлая полоска P , бесцветная, обрамленная по бокам двумя цветными потемнее; первая, Q , ближе лежащая к тени — голубая, вторая, R — красная. Наконец, третья полоса, самая узкая из всех, имеет в середине совершенно светлую полоску S , а по бокам — две менее заметных окрашенных полоски, голубую — T и красную — V .

Итак, может случиться, что даже тогда, когда опыт производится при совершенно ясном небе и названные полосы получаются от сильного света, что из-за недостатка наблюдательности и зоркости экспериментатор решит, будто в основании светового конуса появляются лишь теневые полосы, а не светлые⁵. Это произойдет оттого, что он обе полоски O и Q примет за одну темную полоску, не замечая в них той разницы цветов, которая заставляет их считать за две светлых. Тем более он не различит две меньших полоски R и T , разделенных и окрашенных, приняв их за одну темную. Таким образом, он решит, что в основании светового конуса наличны лишь три темных полоски, обособленных и от главной тени, и друг от друга, — словом, что три светлые части M , P и S являются частью светлого основания, пересеченного тремя тенями OQ , RT и V , которые располагаются по бокам той главной тени X , которую отбрасывает непрозрачное тело, введенное, как было сказано раньше, в конус лучей.

12. Но если присмотреться внимательнее и произвести опыт так, как следует, то окажется, что эти темноватые полосы не являются тенями, т. е. простым недостатком света, а парными полосами разного цвета, между которыми находится в качестве их общей границы что-то темное, не окрашенное. Их можно отчетливо различить, если будет светить яркий свет солнца. И так как они оказываются окрашенными, то они не могут не быть светлыми — ибо получаются при переходе света в т.н. кажущийся цвет (*colorem apparentem*). Особенно замечательно, что названные светлые полосы M , P , S светлее, чем остальная часть основания лучевого конуса, получающегося по сказанному на доске. Надобно будет, следовательно, объяснить особо и это приращение силы света в названных полосах M , P , S , наряду с разъяснением всего того, что наблюдается при нашем первом эксперименте, а именно: почему около тени, отбрасываемой на светлом основании конуса, получается три светлых полосы, средняя часть которых светлее, а края темнее и окрашены.

13. Далее следует обратить внимание на то, что все указанные полосы параллельны тени, отбрасываемой непрозрачным телом, иными словами, они — прямые, если край введенного в световой конус тела является прямым, и кривые, если он кривой. А если названное непрозрачное тело будет иметь углы и, соответственно, тень, падающая на плоскость, также будет с углами, тогда эти полосы окажутся прямыми, пока они идут параллельно краям тени также прямым; но около угла тени они все искривляются по параллельным

⁵ У самого Гримальди Риччоли (*Almagestum novum*. Bononiae, 1651. Т. 1. Pars 1. P. 486) отмечает «остроту зрения и поразительную наблюдательность» (*visus acumen et circumspectio mira*).

друг другу дугам, огибая снаружи угол, как можно это видеть на приложенном чертеже [рис. 3], на котором ABC – тень, имеющая угол в B и C , в соответствии с порождающим ее телом. Цветные и светлые полосы параллельны ее стороне AB , простираясь от AG до BE ; в свою очередь параллельны стороне CD и полосы, простирающиеся от CH до DF . Но проходя параллельно вдоль сторон тени, все эти полосы перестают быть параллельными в месте своей встречи, искривляясь около угла тени ABC , т. е. в BD и EF . А в том углу, который содержит внутри свет, каков угол DCH , эти полосы взаимно пересекаются, как это и показано на рисунке, причем одна не мешает другой, и цвета при подобной встрече либо становятся ярче (*augeantur intensive*), либо смешиваются.

14. Кроме того, следует обратить внимание и на появление иногда в самой тени подобных же полос окрашенного цвета – то в большем, то в меньшем количестве. Для этого в первую очередь требуется самый сильный солнечный свет, затем – непрозрачное тело, помещенное в световом конусе и освещаемое с обоих краев; притом это тело должно быть длинным и не очень широким, однако и не слишком узким, – таким, как это выяснится при самом опыте. Ибо если взять, например, волос или нитку толщиной в сапожную дратву, то к отбрасываемой ими тени примешается некоторое количество света и смутного цвета, – поскольку в названном конусе свет, падая на края столь тонкой нити, вслед за тем рассеивается и уничтожает тень нити на таком расстоянии от нити, которое потребно для того, чтобы цветные и светлые полосы появлялись в тени, падающей на какую-нибудь плоскость. Итак, пусть будут введены в световой конус пластинки или пруты пошире, а затем другие, еще шире, пока, наконец, не найдутся такие, тень которых, уловленная на определенном расстоянии, обнаружит названные полосы; и чем больше будет расстояние, тем отчетливее окажутся полосы, лишь бы свет, порождающий их, не слабел от слишком большого расстояния.

15. Число появляющихся на тени полос будет при прочих одинаковых условиях тем больше, чем шире пластинка или прут, находящиеся внутри конуса. Этим полос будет по меньшей мере две, а если взять прут потолще, то четыре. И если продолжать действовать таким же образом, увеличивая толщину или ширину непрозрачного тела (при непременном условии, однако, что освещаются оба его края и оно целиком находится внутри названного конуса), число полос будет возрастать – их станет, например, шесть; и всегда это число будет четным, так как столько же, сколько их находится по одну сторону тени, столько же их бывает и по другую. Я сказал: при прочих одинаковых условиях, ибо при той же пластинке или непрозрачном пруте полос может оказываться больше или меньше, в зависимости от расстояния между ними и этой пластинкой. Полосы будут становиться крупнее и шире, чем меньше их будет; и наоборот, они будут более узкими, чем больше их число. Наконец, вообще говоря, все названные светлые и цветные полосы станут яснее и отчетливее, если будут падать на чистую и белую плоскость, сильно наклоненную в сторону лучевого конуса солнечного света. Я не прилагаю здесь отдельного рисунка, относящегося к сказанному – оно достаточно ясно, а к тому же все изображено на дальнейшем чертеже.

16. Наконец, следует обратить внимание, что те светлые полосы, которые мы видим на тени, располагаются параллельно краям тени и оказываются прямыми, если и края прямые; а если тень будет иметь углы, то они будут загибаться около угла тени. Более того, в этом углу появляются другие, более короткие светлые полосы поверх тени, также искривленные, но искривленные в виде плюмажа, поднимающегося на шляпе, а затем свисающего по обе стороны, как показывает прилагаемый рисунок [рис. 4], на котором, кроме четырех полос, описанных выше и простирающихся в тени ABC от A к C и от B

к D , загибаясь около угла тени, замечаются еще между D и C некие светлые полосы поменьше и покороче, отклоняющиеся в обе стороны от средней линии DC и возвращающиеся к D — совершенно не следуя направлению тех полос, которые тянутся вдоль края тени. Подобные более короткие и более светлые полосы появляются около угла тени даже в том случае, если пластинка или прут не целиком находятся в конусе света, а только один край их находится в нем, притом край, имеющий угол. Они появляются в большем и в меньшем числе в зависимости от ширины прута или пластинки, находящейся в конусе. В самом деле, если эта пластинка или прут очень тонки, хотя и способны отбрасывать тень со светлыми полосами, тянущимися вдоль по ней, то эти полосы будут на краях тени загибающимися, как ты видишь это на рисунке около B , и на краю тени они не сохраняют полной раздельности или параллельности, как они представлены на рисунке у края A , где предполагается, что конец тени срезан. Такое же закругление на конце тени получают те цветные и светлые полосы, которые простираются снаружи тени параллельно ее краям, как это легко может усмотреть всякий из изображенного на предыдущем рисунке; мы считаем поэтому излишним изображать это искривление на отдельном рисунке.

Мы опускаем некоторые менее существенные наблюдения, не имеющие значения и не являющиеся необходимыми для нашей цели; их всякий легко и приятно сможет произвести сам, если пожелает осуществить на деле подобные опыты. А произвести эти опыты должен всякий, кто желает яснее усвоить все нами изложенное, ибо никакое словесное описание не дает нам надлежащего и совершенного познания предмета в его сути.

Эксперимент второй

25. Сделав в деревянном окне совершенно затемненного помещения отверстие приблизительно в палец [18,5 мм], приделаем к нему тонкую непрозрачную пластинку AB , в узкое маленькое отверстие которой CD будет проникать солнечный свет, принимая вид конуса. Пусть на большом расстоянии от AB этот свет будет пересечен под прямым углом другой пластинкой EF , также имеющей маленькое отверстие GH , в которое улавливается часть названного светового конуса, пересеченного пластинкой EF [рис. 5]. Пластинка должна помещаться в таком месте, где основание конуса значительно превосходит величину отверстия GH и все отверстие освещено и заполнено светом. В свою очередь свет, проникающий во второе отверстие GH , примет вид конуса и будет распространяться по конусу или почти по конусу, который, будучи пересечен под прямым углом и ограничен какой-нибудь чистой и белой плоскостью, образует светлое основание JK значительно больших размеров, чем оно получилось бы при прямолинейном распространении лучей сквозь оба отверстия, и притом при распространении не только вдоль краев, находящихся на одной и той же стороне, каковы лучи CGL и DHM , но и между краями, находящимися на разных сторонах, каковы лучи DGN и CHO .

Это совершенно ясно обнаруживается при частом повторении эксперимента и при наблюдении, какова фактическая величина основания JK в сравнении с вычисленной величиной NO , ограниченной двумя прямыми лучами, пересекающимися между двумя отверстиями. Вычисление просто и легко. В самом деле, если разделить унцию [24, 75 мм] древнеримского фута, которым мы обычно пользуемся, на 300 равных частей и посредством них выразить как диаметры GH и CD обоих отверстий, так и расстояние DG (очевидно равное CG), и расстояние GN , которое очевидно также равно расстоянию GL , то легко будет определить в треугольнике CDG угол CGD , а, следовательно, и внутренний на-

крест лежащий *NGL*; отсюда определится *NL* в треугольнике *GLN* – по сторонам и заключенному между ними углу *G*. Наконец, определится и прямая *LO* на основании Эвклида IV, 6, из пропорции $CG/GH = CL/LO$, где *CL* является суммой двух линий, величина которых известна. Сложив *NL* и *LO*, мы получим всю искомую линию *NO*. Она всегда оказывалась значительно меньше, чем наблюдаемая линия *JK*.

26. Чтобы опыт вполне удался, нужен сильный солнечный свет, ибо, как сказано, отверстия должны быть узкими, в особенности первое отверстие *CD*, а кроме того, белая плоскость, на которой улавливается основание *JK*, должна находиться на большом расстоянии от отверстия *GH*, иначе это основание будет на ничтожную или очень незначительную величину превосходить основание *NO*, полученное путем вычисления. Мы чаще всего брали отверстие *CD* в 4 или 5 частей равных $1/300$ древнеримской унции [0,34 и 0,4125 мм], а для *GH* брали 25 или 30 таких частей [2,0625 и 2,475 мм]. Расстояния же *DG* и *GN* были равны 12 футам [3,552 м]. Наблюдение, производившееся летом, при совершенно ясном небе около полудня, давало всегда наглядный результат – настолько большую разницу между наблюдаемой величиною основания *JK* и вычисленною *NO*, что напрасно было бы пугаться возможной ошибки или приписывать это той разнице, которою мы пренебрегли, принимая на помещенном чертеже треугольники *CGD* и *NGL* за равнобедренные.

Наконец, не следует умолчать о том, что светлое основание *JK* в середине бывает озарено чистым светом, а по краям свет окрашивается частью в красный, частью же (и преимущественно) в голубой.

Таковы основные опыты. В литературе нам не приходилось встречать указаний, каким образом Гримальди пришел к своему открытию. Между тем в своем сочинении он сам подсказал ответ на вопрос. В 26-ой пропозиции I-ой книги разбирается вопрос о точности определения видимого диаметра солнца путем пропускания света через маленькое отверстие. Именно при подобных опытах, надо полагать, Гримальди и пришел к своему открытию. Это становится совершенно очевидным при сопоставлении со следующим отрывком из «*Almagestum novum*» Риччоли (Т. I. Pars I. P. 118):

Пятый способ наблюдения солнечного диаметра

Этим способом воспользовался Атлант прошлого века, Тихо Браге, применяя вспомогательную трубку⁶, как он сам повествует о том в первом томе своих «*Progymnasmata*», стр. 471. Пользовались им и Кеплер (*Astronomia Optica*, гл. II, стр. 340), и Шейнер (*Rosa Ursina*, I. 4, pars 2, cap. 4), и патер Циссатус [Cyssatus, швейцарец Jean-Baptiste Cysat, 1588–1657] в Ингольштадте, и мы в Болонье, как на нашей обсерватории, так и в храме св. Петрония более 60 раз. Способ этот заключается в следующем: В помещение, совершенно затемненное, пропускается луч солнца, предпочтительно около полудня, через круглое отверстие в пластинке, находящейся у четырехугольного окошечка;

⁶ *Ope canalis* [с помощью трубки. – А. III.]. Тихо Браге (*Astronomiae instauratae Progymnasmata. Opera omnia. Naupiae*, 1925. Т. 2. P. 420) говорит: *Per canalem 32 pedes circiter longum* [через трубку длиной около 32 футов. – А. III.]. По разъяснению комментатора (Дрейера, см. с. 459), эта трубка помещалась между отверстием и экраном, чтобы предотвратить рассеяние света.

ширина этого отверстия должна измеряться самыми мелкими единицами, а именно сотыми частями унции, ибо диаметр [всего] отверстия, или ширина окошечка, не должны превышать 2 унций римского фута [49,5 мм]. Пластина должна быть подвижной и поворачиваться так, чтобы на ее поверхность перпендикулярно падал центральный луч солнца, т. е. ось лучевого конуса или пирамиды. Круглое основание второго конуса лучей или четырехугольное основание пирамиды должны улавливаться на белую доску, параллельную поверхности той пластинки, в которой сделано отверстие или окошечко. Расстояние этих досок [от отверстия] должно быть измерено в тех же единицах, которыми измерен диаметр отверстия или ширина окошечка. Затем следует измерить самым точным циркулем диаметр светлого основания в лучевом конусе или ширину основания пирамиды, включая полутень и не учитывая лишь полной и чистой тени. Из этой величины следует вычесть ширину окошечка или диаметр отверстия, по причине, указанной Кеплером и нами в оптической части этой книги. Тогда останется величина основания солнечного изображения, половина которого будет являться одной из сторон прямоугольного треугольника; второй стороной около прямого угла [т. е. катетом] будет расстояние между досками; а посредством них тригонометрически определяется угол, опирающийся на радиус видимого диска солнца.

Другие пользуются только двумя дощечками, параллельными друг другу, на которые перпендикулярно падает центральный луч солнца – в особенности, если расстояние между этими дощечками очень велико, как это, например, имело место при наблюдениях Тихо, когда оно равнялось приблизительно 32 футам [9,472 м], а у нас подчас достигало 50-ти [14,8 м], подчас же, как в храме св. Петрония, превышало даже 170 футов [50,52 м]. Однако в этих случаях границы света и тени становятся очень неопределенными.

Третьи, как Кеплер, Шейнер, Циссатус (часто поступали так и мы) пользуются бруском (*trabecula*), насаживая на концы его названные дощечки, чтобы иметь возможность поднимать и опускать их, двигать вправо и влево, в зависимости от того, что нужно для уловления солнечного луча, а для затемнения помещают между дощечками бумажный экран, окрашенный в черный цвет, который не дает рассеяться даже малейшему лучу. Расстояние у Шейнера равнялось 10 000 частей или 10 римским футам [2,96 м]; но хотя отверстие бывало то крупнее, то меньше, он никогда не вычитал диаметра отверстия из светлого основания, как это следовало бы, поэтому величина у него получалась изменчивая и большая, чем следует. У Кеплера расстояние дощечек равнялось 10,368 частям, а диаметр отверстия $16 \frac{1}{2}$, что же касается нас, то мы пользовались разными трубками и расстояниями, а именно в 8, 10, 12, 15 футов [2,368; 2,960; 3,552 и 4,440 м].

Чтобы уточнить наблюдения, мы прибегли к двум нововведениям. Во-первых, мы привлекли помощника, а именно патера Франческо Мариа Гримальди, который, стоя справа, очень тонким острием отмечал на дощечке границы полной тени в то самое время, как я стоял слева и наблюдал за прохождением восточной границы светлого основания через вертикально проведенную на дощечке черту, давая краткий односложный сигнал – «так!» (*sic!*). Во-вторых, мы стали пользоваться двумя отверстиями, производя повторные наблюдения, причем одно отверстие было вдвое больше другого – дабы выяснить, получается ли одна и та же величина при вычитании диаметра обоих из диаметра светлого основания.

Этот способ самый лучший из всех, если применять его так, как я указал, со всеми предосторожностями. Но так как границы света и тени не вполне явственны и глаз не сразу может откинуть сомнительную часть, а светлое основание тем временем быстро перемещается при движении солнца, то в ду-

ше наблюдателя всегда остается сомнение, не допущена ли погрешность при определении диаметра солнца, погрешность порядка, примерно, полуминуты.

Таким образом, практика астрономических наблюдений натолкнула Гримальди на его открытие. Последующая задача была лишь в том, чтобы варьировать и уточнять опыты. Так, в другом месте труда «*Physico-Mathesis*» мы находим своеобразное предвосхищение отражательных дифракционных решеток:

Если через маленькое отверстие ты вступишь солнечный свет в темное помещение, в особенности летом, при совершенно ясном небе и уловишь этот свет на каком-нибудь непрозрачном теле с поверхностью, способною сильно отражать лучи и изборозжденною сколь возможно более мелкими штрихами (*signis*), то ты увидишь, что этот свет, отражаясь, окрасится, не претерпевая никакого преломления, ты увидишь это, повторяю, если вновь уловишь его на белом листе бумаги. Ибо на этом листе появится свет, волнистыми извилинами и поразительными, так сказать, вихрями прихотливо закрученный в завитки (*undulatis flexibus ac miris velut vorticibus sinuose deductum in spiras*), разумеется, порождаемые теми штрихами, которые нарезаны на отражающей непрозрачной поверхности. И на что следует особенно обратить внимание – между названными завитками, или световыми вихрями, ты увидишь некие полосы окрашенного света, красные и голубые, совершенно сходные с теми светлыми и окрашенными полосами, о которых мы подробнее сказали в описании первого эксперимента, приведенного в пропозиции 1-й. Эти светлые завитки окрашиваются, очевидно, потому, что порождаются светом, претерпевающим дифракцию и рассеяние при указанном отражении. И так как они оказываются на непрозрачном теле, которое ниоткуда больше не освещается в затемненном помещении, то поэтому можно различить в них цвет, неразличимый в тех случаях, если с ними встречается другой свет, не позволяющий глазу ощущать цвет лучей, отражающихся с подобным рассеянием, как об этом подробнее будет сказано в другом месте. Мы очень часто производили этот опыт, доставляя великое наслаждение и себе, и тем, кто при нем присутствовал. И так как опыт – легкий, то нам хотелось бы, чтобы его произвели и другие, дабы полнее удостовериться не только в том, что мы здесь излагаем, но и в том, что было раньше сказано о дифракции, в особенности в пропозициях 1-ой и 2-ой. Помни, однако, что солнце при подобном опыте должно быть чрезвычайно сильным и ярким (I, 29, 1).

Своему открытию Гримальди пытался дать самое широкое применение. Примером может служить следующий опыт:

Прячь постепенно глаз за экран (*paries*) или доску так, чтобы они постепенно закрывали тебе солнце, и когда солнце будет целиком от тебя скрыто, обрати внимание на большое количество света, появляющееся в воздухе, то есть в небе, около краев солнца, полностью, наконец, закрытого. Этот свет сильнее, чем тот, который видим во всем остальном воздухе, поодаль от солнца. Причина явления та, что свет солнца претерпевает дифракцию у краев доски или экрана, поставленного между солнцем и глазом, и посредством лучей, испытавших дифракцию, распространяется в косом направлении за экраном до глаза, причем подобные лучи, получившие другое направление, попадают в глаз так, что представляют ему свет находящимся не на самом солнце, а вне солнца, – в том месте, куда упирается линия их распространения» (I, 1, 29).

Сюда же относится опыт, вплотную подводящий к явлению интерференции. Доказывая, что

свет иногда делает более темной ту поверхность тела, которая как и прежде остается освещенной из другого источника (*lumen aliquando per sui communicationem reddit obscuriorem superficiem corporis aliunde ac prius illustratam*),

Гримальди ссылается на опыт:

В окне затемненного помещения пусть будут сделаны два маленьких отверстия, с таким промежутком между ними, чтобы два конуса света, падающего через них от солнца, частично встречались на большом расстоянии от окна – так, что на белой доске, пересекающей их под прямым углом, появились бы два круглых основания конусов, частично совпадающих друг с другом. На прилагаемом рисунке изображены два подобных круга $ABCD$ и $AECF$, пересекающихся друг с другом и имеющих общий сегмент $ADCF$. Затем пусть будет закрыто одно из отверстий, и тогда следует посмотреть, каковы окажутся границы основания у конуса, образуемого вторым из отверстий: периферия $ABCD$ в этом круге окажется темнее в сравнении со светом, падающим на средние части того же круга, так что вокруг него явственно представится подобие темного браслета (*armilla*), имеющего все менее и менее света по мере приближения к краям; однако этот браслет, или ободок, не может быть ничем иным, как слабым светом, что и подтверждается на самом деле, если сравнить его с частями доски, находящимися вне всего круга и прилегающими к нему, которые бывают совершенно темны. Точно то же будет наблюдаться в основании $AECF$, если открыть второе отверстие и закрыть первое с тем, чтобы основание $ABCD$ исчезло и оставалось видимым только основание $AECF$.

Но если открыть оба отверстия и наблюдать одновременно оба основания в том месте, где они пересекают друг друга, то общий обоим сегмент $ADCF$ окажется вдвое ярче, а остальная часть основания останется такой же светлой, как и раньше, когда эти основания появлялись порознь. Но что особенно замечательно, – общий сегмент окажется ограниченным с обеих сторон значительно более темными дугами AFC и ADC . Получая в сравнении с остальной частью каймы круга AEC или ABC больше света, дуги тем не менее в сравнении со светлым основанием $AFCB$ или $ADCE$ окажутся темнее, хотя бы (как и следует это делать) сравнивались части, одинаково удаленные от центра основания, например, F с H или L и D с G и J ; точки, или части, F и D будут казаться заметно темнее, чем H и G .

Наконец, если общий сегмент $ADCF$ станет небольшим вследствие того, что белая доска, на которой он образуется, будет пересекать оба конуса на очень близком расстоянии от отверстия, то обе дуги ADC и AFC покажутся красноватыми. А если доска, улавливающая светлые основания, будет на большем расстоянии от отверстий и общий сегмент окажется большим, тогда обе каемки ADC и AFC станут значительно темнее (I, 22, 1–2).

Посредством этого неоспоримого явления, которое легко может наблюдать на опыте всякий желающий, с очевидностью доказывается наша пропозиция, ибо свет, образующий не вполне светлый (*sublucidum*) кружок AFC , не только не увеличивает при падении на светлое основание $ABCD$ его освещенности, но, напротив, является причиной, что часть этого основания становится более темной, а именно та часть, на которой располагается изображение названного кружка AFC : в самом деле, при удалении света путем закрытия того отверстия, в которое этот свет проникает, кружок AFC исчезает, и части F и H у основания $ABCD$, в одинаковой степени удаленные от центра,

становятся одинаково светлыми. Однако, если через открытое отверстие вновь начнет падать свет на сегмент *ADCF* того же основания, то хотя бы свет и оставался неизменным, часть *F* окажется темнее, чем *H*; впрочем, и прочие части дуги *AFC* теряют до некоторой степени свою прежнюю светлость, которую имели раньше, – до того, как стал вновь падать на них свет. Итак, этот свет, особым образом сообщаясь поверхности, освещенной из другого источника, делает ее более темной, что и являлось предметом нашей пропозиции, теперь с достаточной очевидностью доказанной, – конечно, если только брать понятие сообщения света в широком смысле, не вдаваясь в то, каким образом оно происходит.

И здесь не остается никакой лазейки противникам, потому что части солнца одинаково светлы и явление одинаково наблюдается при горизонтальном расположении отверстий и световых конусов, как на прилагаемом рисунке, и при вертикальном их расположении. Следовательно, явление нельзя отнести за счет какого-то определенного края солнца; к тому же свет, выходящий от любого края солнца, остается светом, и кружок *AFC* обязан своим происхождением только свету, как явствует из того, что при исчезновении основания *ABCD*, когда одно из отверстий закрыто, остается лишь основание *AFCE*. Словом, тщетно и неразумно было бы искать причину такого потемнения в чем-либо ином, кроме света, поскольку в названном эксперименте ничего другого и не фигурирует, что имело бы сколько-нибудь существенное значение и находилось бы в связи с наблюдаемым здесь эффектом.

Ты скажешь, что кружок *AFC* образуется не светом, а является недостатком света, на том основании, что некоторая часть света, проникающего сквозь отверстие, задерживается (*abradatur*) или точнее рассеивается возле краев этого отверстия; или даже угасает, не простираясь на весь световой конус, как это следовало бы, и не образуя светлых краев у круглого основания *AECF*. Иными словами, не свет делает более темной часть *AFC*, а недостаток света, не достигающего до этой части. В ответ на это следует повторить уже не раз сказанное, а именно, что поскольку светлое основание *ABCD* не бывает видно при закрывании одного из отверстий, постольку с очевидностью явствует, что кружок *AFC* до некоторой степени светел, хотя и менее светел, нежели внутренняя часть основания. К тому же привхождение нового света из другого конуса, пересекающего первый, не может угасить света, который раньше проникал через первое отверстие и который уже претерпел то рассеяние, которое ему приписывается. Но если бы даже было так и один из светлых конусов был бы в состоянии устранить и упразднить наружные слабые лучи другого, это еще не объясняет, почему внутренняя часть *F* не бывает столь же светлой, как часть *H*, которая также является внутренней и соответствует *F*; ведь убыль (*defectus*) нового и другого света не в состоянии устранить явления первичного и основного света; хотя бы наружные лучи, обрисовывающий кружок *AFCE*, и были ослабленными, тем не менее часть *F*, освещаемая совершенно так же, как и *H*, внутренними лучами второго конуса не должна становиться менее освещенной, чем часть *H*...

...Ты скажешь, во-вторых: когда какая-нибудь поверхность неодинаково освещается, та часть, которая менее освещена, кажется более затемненной по сравнению с прилегающим к ней более ярким светом. Иными словами, поскольку сегмент *ADCF* вдвое ярче освещен, чем остальная часть основания *AFCB*, оказывающаяся более темной, в особенности там, где они прилегают друг к другу, постольку мы считаем кружок *AFC* более темным, чем он есть на самом деле. На это следует ответить, что нельзя указать причин, почему кружок, имея ту же ширину, какую он имел и раньше, когда основания *ABCD* не было, и ту же длину дуги, находящуюся в соответствии с остальной частью

круга АЕС, почему этот кружок появляется на светлом основании, если причина его появления коренится в обмане зрения, как указывает противник. Ведь даже если эта граница, кажущаяся более темной, и воспринимается более темной, чем остальная большая часть сегмента, однако вместе с тем она в точности примыкает к линии остальной части окружности АЕС, обнаруживая полную непрерывность. Наконец, подобная общая граница между неодинаково освещенными частями не появляется, если внести какое-нибудь непрозрачное тело в световой конус возле экрана, на котором получают названные основания, хотя на этом экране и появляются неодинаково освещенные части, а именно: затемненная при внесении непрозрачного тела часть и остальная часть светлых оснований. Следовательно, ошибочным будет полагать, что подобное сопоставление создает видимость указанной нами (темной) границы. Нужно, наоборот, сказать, что в самом деле часть экрана становится более темной от притока в ней более обильного света (1, 22, 1–6).

Объяснение, предлагаемое Гримальди, таково:

Это потемнение света по краям есть некое окрашивание его. В самом деле, если хорошенько всмотреться в названный кружок, опоясывающий те светлые основания, о которых было сказано ранее, то в нем обнаружится некий красный цвет, который в сравнении с чистым светом оказывается несколько темнее. Свет, ударяясь о края отверстия, через которое он проникает, раскалывается (*frangitur*) таким образом, что по-новому струясь (*cum nova aliqua fluitatione*), а именно струясь волнообразно, он движется больше в боковых лучах, т. е. в тех, которые образуют поверхность светового конуса; это новое струение он сохраняет даже после того, как отразится от белой доски, и так, продолжая двигаться волнами, достигает глаз наблюдателя, обращенных к названному кружку, являя эту часть белой доски более темной, чем остальную, которая просто отражает один только свет, распространяющийся без волнения (*agitatio*). Пока достаточно этого указания, из которого явствует, что предмет, имея больше света, тем не менее может стать темнее в том случае, когда один свет, не вполне смешиваясь с другим (*imperfecte admixtum*), становится менее способным освещать то тело, на которое он падает, по причине своей дифракции и волнообразного распространения, заставляющих казаться тело темнее.

Вышеизложенный опыт бывает более наглядным, если его производить так, как сказано – с двумя конусами света. Впрочем, можно ограничиться и одним, поскольку свет, проникая в единственное маленькое отверстие, в крайних своих лучах всегда претерпевает некое возмущение и волнение, связанное с особым колебательным движением (*turbatam et cum tremore aliquo agitatam diffusionem*), которое является причиной названного потемнения или темного окрашивания в кружке, окаймляющем светлое основание конуса. В самом деле, если откуда-нибудь будет падать умеренный свет на названное основание, вместе с тем падая и на какую-нибудь часть белой доски вокруг основания, очерченного на этой доске, мы достигнем той же цели, хотя бы свет и не распространялся в виде одного конуса, пересекаемого другим. Этого ты легко добьешься, если введешь в то же темное помещение через другое отверстие свет солнца, который будет улавливаться на хорошо отполированном зеркале, отражаясь вслед за тем к названному основанию, окаймленному более темным кружком. Лучше всего улавливать свет не при помощи обычного стеклянного зеркала с оловянным листом, а при помощи чистого и хорошо отшлифованного с обеих сторон стекла, пропускающего свет; при такой вполне гладкой стеклянной поверхности свет отражается ровно и рассеивается равномерно, не создавая затруднений во время опыта.

Все дело сводится к ловкости экспериментатора и зоркости наблюдателя и не нуждается в дальнейших пояснениях. Впрочем, повторяю, опыт получает большую наглядность, если производить его по первому способу, с двумя конусами (I, 22, 7–8).

Приведенный опыт Гримальди толковался различно. Одни историки физики полагали, что Гримальди открыл интерференцию света, хотя и не объяснил ее⁷, другие полагали⁸, что в описанном опыте мы имеем дело с оптической иллюзией, объясняемой физиологически. К сожалению, Гримальди не дает более точных указаний ни о величине отверстий, ни о расстоянии между ними. Как бы то ни было, совершенно бесспорно, что он не отдавал себе отчета в истинной сути явления, которое он хотел свести на открытое им явление дифракции.

Из своего открытия дифракции Гримальди сделал и ряд теоретических выводов, касающихся природы света; но их, наряду с другими его опытами, целесообразнее будет рассмотреть дальше в связанном очерке.

Говорившие о двойственности и неустойчивости взглядов Гримальди⁹, по-видимому, главным образом основывались на композиции его сочинения, на первый взгляд построенного действительно парадоксально. Заглавие первой книги гласит: *Liber primus sexaginta propositiones continens, quibus ex novis quibusdam experimentis deducuntur ea quae videntur favere opinioni aliquorum de substantialitate luminis, dissolvenda tamen in 2 libro*¹⁰. Вторая часть озаглавлена:

⁷ См.: Розенбергер Ф. (Очерк истории физики. СПб., 1886. Ч. 2. С. 142): «Он ясно констатирует интерференцию света, хотя и не объясняет ее»; Даннеманн Ф. (*Die Naturwissenschaften in ihrer Enturicklung und in ihrem Zusammenhange*. Leipzig, 1911. Bd. 2. S. 82–83): «В этих опытах была открыта интерференция света». Того же мнения придерживается Е. Норре (*Geschichte der Optik*. Leipzig, 1926. S. 48), делающий совершенно необоснованное добавление: «Darum erklärte er auch: das licht ist nicht eine Substanz, sondern ein Bewegungszustand» [«Поэтому он провозглашает также: свет не есть некая субстанция, но есть состояние движения» – А. Ш.]. В 1819 г. в «*Annales de Chimie et de Physique*» (Т. 10. Р. 306–312) был помещен французский перевод только что приведенного отрывка со следующим примечанием: «Считаясь с ролью, которую, по нашему мнению, предстоит сыграть принципу интерференции в будущем развитии оптических теорий, мы полагаем нелишним привести здесь перевод параграфа из сочинения Гримальди, уже в 1665 г. подметившего, что два световых луча, пересекающихся друг с другом, могут оказывать друг на друга влияние». Второй вариант Гримальди (один световой конус) здесь опущен.

⁸ Mach, E. *Die Prinzipien der physikalischen Optik...* S. 187–188. Мах ссылается на свои наблюдения, опубликованные в «*Vierteljahrsschrift für Psychiatrie*» (1868: Ueber die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander) и в «*Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften*» (Abteilung II a. 106. S. 633–648: Ueber den Einfluss räumlich und zeitlich variierender Lichtreize).

⁹ Ср., например: Розенбергер Ф. Очерк истории физики... С. 142: «Гримальди не любит составлять собственного мнения или, по крайней мере, высказывать его вполне определенно, а предпочитает приводить всякие мнения, освещая их критически, не высказываясь положительно в пользу того или другого» и Mach, E. *Die Prinzipien der physikalischen Optik...* S. 188: «In theoretischer Hinsicht hat er zwar nichts Abgeschlossenes vorgebracht, aber sehr wichtige Anregungen gegeben» [«В теоретическом отношении он хотя и не выдвигает законченных суждений, но дает весьма важные указания» – А. Ш.].

¹⁰ Книга первая, содержащая шестьдесят пропозиций, посредством которых из новых экспериментов выводится то, что, как представляется, подтверждает мнение некоторых о субстанциальности света и что, тем не менее, должно быть опровергнуто во второй книге. – А. Ш.

Liber secundus sex propositiones continens, in quibus statuitur, an et qua ratione sustineri possit opinio peripatetica de luminis accidentalitate ¹¹. Невольно напрашивается аналогия с антиномиями Канта, где тезис и антитезис полюбовно делят правую и левую страницу текста. Но при ближайшем рассмотрении композиция книги Гримальди оказывается не отражением внутренней борьбы двух противоположных тенденций, как у Канта, и уже, конечно, не диалектическим построением; тезис и антитезис здесь явно не равны друг другу по своей внутренней значимости и своему удельному весу.

Уже самый объем книг внушает сомнения, действительно ли обе части равнозначны. Первая книга содержит 60 пропозиций и занимает 472 страницы, вторая содержит всего 6 пропозиций на 60 страницах. О содержании говорить нечего: первая часть полна отчетами об опытах и наблюдениях, в ней содержится все то, что обеспечило Гримальди почетное место в истории физики, вторая часть – схоластические упражнения, изложенные в форме сухих, омертвевших силлогизмов. Это может значить только одно: разноречие обеих частей не есть принципиальная рознь или внутренняя борьба взглядов; корни его – в биографической двойственности.

Симпатии Гримальди-ученого были явно на стороне механической теории света, основные положения которой он излагает в первой части. Но Гримальди-физик был профессором в иезуитском коллегииуме, и это накладывало на него жесткие обязательства: он обязан был привести свои воззрения в соответствие с официальной школьной философией иезуитов. Сделать это было не менее трудно, чем (употребляя выражение Канта) «впрячь в одну колесницу грифов с конями». Механистическая физика требовала свести свет, как и все существующее, к материи и пространственному движению; школьный перипатетизм видел в свете акциденцию, т. е. качественное видоизменение прозрачной среды. Гипотеза о материальности света, которую Гримальди развивал в первой части, с неизбежностью вела к признанию пусть огромной, но все же конечной и принципиально измеримой скорости света; по воззрениям школьного перипатетизма свет распространялся мгновенно. Гипотеза о материальности света требовала наличия пор в прозрачных телах, т. е. склоняла (хотя и не необходимо) к атомизму; аристотелизм искони был врагом всякого атомизма. Тот факт, что Гримальди не пошел по пути эклектического примирения враждующих сторон, свидетельствует о его проницательности; этот факт свидетельствует и о том, что если в груди Гримальди «жили две души», то эти две души пользовались, так сказать, неодинаковыми правами и любовью.

Гримальди избрал самый осторожный и уже до него испробованный путь: он выдвинул свою теорию в качестве возможной гипотезы. В предисловии, написанном в характерном цветистом стиле иезуитов, он довольно подробно мотивирует композицию своего труда. Он указывает, что при своих занятиях оптикой он открыл и подметил то, что до него не было замечено никем и что

¹¹ Книга вторая, содержащая шесть пропозиций, в которых решается, может ли (и на каком основании) поддерживаться перипатетическое мнение об акцидентальности света. – А. III. Под теорией «субстанциальности» Гримальди разумеет теорию истечений, под теорией «акцидентальности» – аристотелевскую теорию световых качеств. Волновая теория выпадает из схемы. Гримальди, как мы увидим дальше, развивает элементы этой теории в первой части своего труда.

«по-видимому, очень благоприятствует доказательству субстанциальности света» (*quae valde idonea ad probandam luminis substantialitatem videbantur*). Тем не менее, он считал более благоразумным по-прежнему придерживаться перипатетического учения. Для чего же было введено деление на две части? «Мы более верно и ловко можем сразить того врага, – отвечает Гримальди, – о силах и замыслах которого собрали нужные сведения, проникнув в его тайны под личиной дружбы». Не следует также преуменьшать силы противника. Вот почему целесообразнее вести доказательство от лица человека, убежденного в правоте своего мнения, и только потом опровергнуть его. Тот факт, что вторая книга имеет столь незначительный объем, также объясняется очень просто: легче опровергнуть, чем защитить положение, если истина на стороне опровергающего.

Позицию Гримальди нельзя определить иначе, как назвав ее «схоластическим маскарадом»: все условности схоластики соблюдены, обе части построены по традиционной форме. Книга разбивается на пропозиции, в каждой пропозиции приводятся доказательства, возражения и ответы на них. *Probatur primo, probatur secundo, objicies, respondeo*¹² – делают книгу, как две капли воды, похожей на перипатетические трактаты того времени. Гёте был не прав, что форма изложения иронична («Form und Darstellung sind problematisch, ja ironisch»)¹³. Самой злой иронией истории является текст цензурного разрешения, подписанного генеральным викарием Ордена отцом Олива:

Поскольку три теолога Ордена рассмотрели сочинение «О свете, цветах и радуге», написанное отцом Франциском Марией Гримальдусом, священником нашего Ордена, и признали возможным выход его в свет, мы разрешаем его напечатать, если покажется это нужным тем, кого это непосредственно касается. Сего ради и дано это разрешение, собственноручно нами подписанное и скрепленное нашей печатью. В Риме, мая 12 дня 1664 года.

Если бы основные мысли этой книги были изложены не иезуитом, без покрывала схоластики, она подверглась бы самому жестокому обстрелу!¹⁴

Восмотримся теперь ближе в то, какие выводы Гримальди сделал из своего открытия дифракции. Совершенно ясно, что в описанных опытах свет не распространяется прямолинейно: если на прямой линии между отверстием и светлой полосой, возле края непрозрачного тела поставить другое непрозрачное тело, то окажется, что полоса не исчезает и не загораживается этим вторым телом; если удалять экран от непрозрачного тела, то полосы испытывают перемещение, необъяснимое при прямолинейном распространении света. Нет в этом случае и преломления, так как, во-первых, нет изменения среды, а во-вторых, преломленный луч всегда отклоняется только в одну сторону от первоначального направления луча. Нет, наконец, и отражения:

¹² Во-первых, доказывається..., во-вторых, доказывається..., возражения, отвечаю – А. Ш.

¹³ Форма и изложение проблематичны, даже ироничны. – А. Ш. Materialien zur Geschichte der Farbenlehre. Franciscus Maria Grimaldi [Материалы к истории учения о цвете. Франческо Мария Гримальди. – А. Ш.].

¹⁴ Это не значит непременно, что Гримальди сознательно обманул цензоров (см. дальше). «Ирония судьбы» в том, что схоластика, официальное оружие, была низведена до уровня простой условности. Так было не у одного Гримальди.

в случае отражения влияла бы природа непрозрачного тела и вращение этого тела вокруг центра, к тому же было бы необъяснимо, почему явление наблюдается только в основании лучевого конуса, так как лучи должны были бы отражаться во все стороны. Остается предположить, что мы имеем дело с каким-то четвертым способом распространения, который должен быть обозначен новым термином.

Мы называем его дифракцией, ибо очевидно, что свет, распространяющийся таким путем, раскалывается и расщепляется на симметричные светлые полосы (*diffringitur et in diversas series lucidas huc illuc effusas scinditur*)¹⁵.

Вторая пропозиция вводит нас уже *in medias res* основной дискуссии о субстанциальности и акцидентальности света. Пропозиция гласит:

Свет, по-видимому, является (*videtur esse*) чем-то текучим, распространяющимся сквозь прозрачные тела: с крайней быстротой и притом иногда волнообразно.

Слово *videtur* является данью осторожности. Еще более осторожны те декларации, с которых Гримальди начинает изложение: он якобы отвлекается от вопроса, есть ли свет субстанция или акциденция, допуская, что текучесть (*fluiditas*) может быть присуща акциденциям. К чему же сводится такая текучесть, взятая абстрактно? К сохранению связности частей в целом и к изменению порядка частей внутри целого (*fluidum non amittit totalem continuationem partium, partes amittunt ordinem totalem*). Но после подобных философских ухищрений, объясняющихся страхом задеть «официального Аристотеля», неожиданно прорывается образ, который делает излишними все схоластические тонкости. Если преграда, стоящая на пути потока, незначительна, то вода не отражается обратно, а обтекает тело.

Так текущие воды омыают (*alluunt*) торчащий в середине реки шест, не отливая назад, между тем как воздух, устремляясь на находящуюся вне воды часть этого шеста, отражается, причем известная доля этого воздуха устремляется и дальше, огибая (*ambiens*) края шеста и вновь затем продолжая свое прямое течение (I, 2, 4).

Точно так же дифракция имеет место тогда, когда «текучее» расщепляется по разным направлениям, попадая на твердое препятствие (*in diversa discinditur, dum incurrit in obstaculum solidum*) (I, 2, 14). При подобном препятствии равномерность движения нарушается, и оно переходит в волновое.

Чтобы ты лучше понял это, обрати внимание, как волнообразные круги, образуемые в стоячей воде при бросании камня, указывают нам на текучесть (*fluiditas*) этой воды, совершенно так же, как названные светлые полосы – на текучесть (*fluorem*) света: между обоими сходство очень большое, если сравнивать именно то, что следует сравнивать. Ведь так же, как в воде вокруг камня, точно центра, располагаются кругами своего рода волнистые валы (*aggeres*), так и вокруг тени, которую отбрасывает непрозрачное тело, введенное в светлый конус, располагаются светлые полосы, вытянутые в длину, если тень очерчена прямой линией, и кругообразные, если она круглая. И по-

¹⁵ I, 1, 28.

добно тому, как круги водяных волн суть скопившаяся буграми (*tumide collecta*) и насильственно поднявшаяся (*violenter assurgens*) вода, по сторонам которой тянутся две более низкие, так сказать, борозды, точно так же и названные светлые полосы суть свет, распределяющийся неравномерно от насильственного растекания (*violenta diffusione*) и прерываемый теньвыми промежутками. Наконец, подобно тому, как водяные круги распространяются по сторонам, удаляясь от начала и, так сказать, источника своего движения, т. е. от места стремительного падения камня, точно так же и светлые полосы получаются от лучей, исходящих из светового источника, увеличиваясь по мере распространения этих лучей по сторонам и удаления их от светящегося тела (I, 2, 16).

Уже после этих выдержек ясно, где подлинный Гримальди – в образных ли и красочных уподоблениях нарочито осторожно сформулированной теории, видящей в свете такую жидкость, которая при известных условиях распространяется волнообразно, или в схоластической паутине школьного аристотелизма.

Каверни¹⁶ справедливо замечает, что «волнообразные движения у Гримальди значительно отличаются от Гюйгенсовских». Как мы увидим дальше, Гримальди подчеркивает разнообразие этих движений, сравнивая их с бесконечным множеством человеческих почерков. Любопытен рисунок на стр. 342-й его трактата, из которого как будто явствует строгая периодичность световых колебаний (см. рис.)¹⁷. Тем не менее, именно на периодичность Гримальди обратил очень мало внимания; свой рисунок он рассматривает как упрощенную схему, говоря и здесь о движении *miris flexibus de spiris*. Он исходит из чувственно-конкретной картины волнового движения, не уточняя и не описывая этого движения математически, не может отвлечься от исходной картины водной поверхности. Не забудем также, что волновое движение вводится Гримальди лишь для объяснения цветов: чистый свет (по крайней мере в принципе) может распространяться строго прямолинейно.

Но допустим, что свет есть жидкость (а именно это хочет сказать Гримальди, если не обращать внимания на его оговорки), тогда в прозрачном теле необходимо предположить наличие пор, по которым эта жидкость проходит. Именно это Гримальди и формулирует в третьей пропозиции своего сочинения. Пропозиция опять сформулирована осторожно: «Прозрачное тело не целиком и не во всех своих частях... восприимчиво к свету (*admittit lumen*)», но опять (I, 3, 26) яркое описание сводит на нет осторожные формулировки:

Тела, которые нам кажутся прозрачными, полны очень частых и крайне мелких пор, которые из-за своей частоты расположены так, что при любом положении тела, воспринимаемом нашими чувствами, очень многие располагаются по прямой линии. Все эти поры наполнены очень тонкой и текучей субстанцией, так что свет, всегда распространяющийся со стремительным напором (*citatissimo impetu*), может сразу в них проникнуть и быстро войти, а следовательно, и очень быстро распространиться по подобным телам с движением, которое нам кажется совершенно прямым.

¹⁶ Op. cit. P. 50.

¹⁷ В машинописном оригинале статьи В. П. Зубова номер рисунка не указан. – А. Ш.

Чтобы «обезвредить» это сравнение, Гримальди опять заявляет (I, 3, 36):

Будет ли свет признан за акциденцию или за субстанцию... следует допустить, что в воздухе... есть некоторые частицы (*particulae*) или корпускулы, не пропускающие света.

Из всего сказанного уже с совершенной необходимостью вытекает, что распространение света как материальной субстанции является видом пространственного движения. Пропозиция сформулирована сугубо осторожно:

Не невероятно утверждение (*non improbabiliter dicitur*), что свет распространяется от светящегося тела в освещаемой им среде посредством пространственного движения (I, 13).

Это утверждение идет вразрез с теорией Аристотеля, и характерно, что Гримальди, вообще избегающий ссылок на авторитеты, обращается к цитате из Книги Иова, т. е. хочет побить один авторитет другим: «*In qua via lux habitet?... Per quam viam spargitur lux?*»¹⁸ (I, 34, 10). В слове «стезя» (*via*) Гримальди усматривает аргумент в пользу доказываемого им положения. Но главный аргумент, конечно, не в этом, а в том, что свет есть нечто текущее (*aliquid fluidum*), течение же (*fluxus*) необходимо предполагает пространственное движение (I, 13, 1). Отсюда уже один шаг до признания, что свет требует времени для своего распространения: «Распространение света в прозрачной среде происходит во времени, хотя это время и неощутимо» (I, 15).

От аристотелизма не осталось камня на камне. Понятно почему Гримальди так медлил с опубликованием своего труда, который увидел свет лишь после его смерти. Надгробная надпись «*P. Franciscus Maria Grimaldus vixit inter nos sine querela*»¹⁹ лучше всего характеризует его поведение в жизни и ко всему сказанному добавляет последний штрих.

Его знание природы вообще заслуживает самой высокой оценки, — пишет о Гримальди Гёте. — Никто до него не сводил воедино с такой полнотой всех наблюдений и опытов, относящихся к этим предметам. Правда, он все их направляет на то, чтобы обосновать свой способ объяснения; однако к чести его будь сказано, он не искажает ни одного наблюдения, ни одного опыта, чтобы подладить их под свою точку зрения.

Научная совесть Гримальди не позволяла ему вступать на путь эклектизма. Он избрал лучшее, что мог сделать: своей научной теории он придал такую форму, которая осталась внешним нарядом и которая позволила ему прожить в мире с братьями по Ордену.

Итак, свет есть материальная жидкость,двигающаяся с конечной скоростью сквозь поры прозрачных тел. Посмотрим, как объясняются с этой точки зрения основные оптические явления. Отражение объясняется неодинаковым расположением пор в прозрачной среде и в отражающем теле, благода-

¹⁸ Где путь к жилищу света?.. По какому пути разливается свет?.. (Иов. 38, 19, 24). — А. III.

¹⁹ П[атер] Франциск Мария Гримальдус жил среди нас без жалоб. — А. III.

ря чему устья пор прозрачной среды оказываются прегражденными (I, 18, ср. I, 3, 26). Для объяснения преломления Гримальди склонен был бы прибегнуть к гипотезе более узких и более широких пор, но факт полного внутреннего отражения как будто указывает на то, что в более редкой среде поры являются не более широкими, а более узкими (I, 20, 4). Струя или луч света, падая в подобные узкие ходы и поры, вынуждена либо увеличить скорость, либо растекаться вширь, меняя свое направление; последнее и случается с ней при преломлении.

Могут сослаться на то, – рассуждает Гримальди (I, 20, 7), – что реки, стесняемые узкими берегами, текут быстрее, а в широких берегах – медленнее, причем одинаковое количество воды протекает в определенный отрезок времени на двух участках реки равной длины. Но свету бывает легче распространиться вширь, чем увеличить скорость, ибо из-за своей крайней текучести он без труда может отклониться от прямого пути, в особенности там, где частые и широкие поры дают ему более легкую возможность изменить направление течения, нежели увеличить скорость: ведь и мы, сворачивая в сторону, затрачиваем меньше усилий, чем ускоряя свое движение.

Посмотрим внимательнее, как происходит такое растекание света, проникающего в более плотную среду, т. е. в среду с более широкими порами.

Пусть на плоскую поверхность AB падает очень тонкий луч CDE , по толщине кажушийся для наших чувств неделимым, но, тем не менее, имеющий определенную толщину и геометрически делимый на очень большое число частей – такое, что по существу его не следовало бы называть лучом (*radius*), а излучением (*radiatio*) или агрегатом лучей (*radiorum aggregatum*). Эти лучи, выходя из одной и той же весьма удаленной точки C , могут рассматриваться как параллельные, конечно, только для наших чувств. Рассмотрим теперь два крайних из них – CD и CE . Падая наклонно на поверхность AB более плотной среды, они преломляются, отклоняясь к перпендикуляру, проведенному через точку падения, а именно: CD к DF и CE к EG ; таким образом, падающий луч CD дает преломленный DH , а луч CE – луч EJ . Итак, весь свет, заключенный между двумя лучами CD и CE , пока он распространялся, скажем, в воздухе, окажется после преломления между лучами DH и EJ , проходя по телу, более плотному, чем воздух, например, хрусталу, поверхностью которого является AB . Я утверждаю, что если свет, содержащийся в луче CE , захочет расшириться, то он должен отклониться к названному перпендикуляру, и к этому сводится преломление. Ведь если бы он распространялся прямо в L , то без сомнения не изменил бы ширины, т. е. толщины, а сохранил бы ее той же, какой она была в воздухе. Если бы наоборот, он отклонился к AD , то, удаляясь от перпендикуляра, уменьшил бы прежнюю толщину. При преломлении же с отклонением к перпендикуляру, как это было сказано и как это действительно имеет место, ширина луча, которая раньше была ME , становится DO , будучи измеряема поперечной линией, перпендикулярной к обоим его краям. Ведь DO больше, чем ME , ибо DO есть синус $\angle DEO$ и прямая ME есть синус $\angle DEO$ при том же радиусе или синус-тотусе DE , а угол DEO больше угла MDE , так как по 29 теореме I книги Эвклида $\angle MDE$ равен внутреннему накрест лежащему $\angle ADL$, составляющему лишь часть $\angle DEO$ (I, 20, 9).

Основываясь на указанном рассуждении, Гримальди выводит закон синусов. В самом деле, для любого угла падения мы имеем

$$DE^2 = DM^2 + ME^2 \text{ и } DE^2 = DO^2 + OE^2, \text{ откуда}$$

$$DM^2 = DE^2 - ME^2 \text{ и } OE^2 = DE^2 - DO^2$$

Это дает:

$$\frac{DM}{OE} = \frac{\sqrt{DE^2 - ME^2}}{\sqrt{DE^2 - DO^2}}$$

$$\text{Далее: } \frac{DE}{DM} = \frac{1}{\sin DEM} \text{ и } \frac{DE}{OE} = \frac{1}{\sin EDO},$$

$$\text{откуда } \frac{DM}{OE} = \frac{\sin DEM}{\sin EDO}.$$

Остается показать, что $\angle DEM$ – угол падения и $\angle EDO$ – угол преломления:

$$\angle DEM + \angle CEB = d$$

$$\angle DEM + \angle MDE = d$$

$$\text{т. е. } \angle MDE = \angle CEB.$$

Вместе с тем:

$$\angle ADH + \angle EDO = d$$

$$\angle ADH + \angle HDF = d$$

$$\text{т. е. } \angle EDO = \angle HDF.$$

Точно таким же образом Гримальди пытается доказать, что, переходя в менее плотную среду с более узкими и тесно расположенными порами, свет вместо растекания стесняется и потому оказывается отклоненным от перпендикуляра, так как только тогда толщина луча бывает меньше, чем в первой среде.

Полное внутреннее отражение Гримальди объясняет так же, как и всякое отражение:

Из предшествующего явствует, что поры в более редкой среде – чаще и уже, чем в более плотной; поэтому свет, проникающий в более редкую среду, обильнее отражается – как потому, что встречает большее количество более тесно расположенных частиц этой среды..., препятствующих распространению света, так и потому, что из-за малых размеров пор, меньшее количество света может проникнуть в устья пор (I, 20, 10).

Теми же понятиями *dilatatio* и *densatio*²⁰, которыми он пользовался, объясняя преломление, Гримальди пытается объяснить и природу цветов. Свой взгляд на природу цвета Гримальди формулирует в пропозиции 35: *lumen dum transit in colorem mutat radiorum suorum densitatem*²¹ (I, 35, 26). Что представляет собою это уплотнение и разрежение света, с совершенной наглядностью показывает следующий отрывок:

²⁰ Разрежение и уплотнение. – А. III.

²¹ Свет, когда переходит в цвет, изменяет плотность своих лучей. – А. III.

Предположим, что от солнца *DEF* направляются лучи к поверхности призмы *AB*... Поскольку лучи, выходящие из одной точки солнца и направляющиеся ко всей поверхности призмы, из-за огромного расстояния солнца являются для глаза параллельными и поскольку, кроме того, ту же параллельность названные лучи сохраняют как после отражения их внутри призмы, так и после преломления их при выходе наружу, что легко поймет всякий, знающий оптику, – постольку достаточно будет рассмотреть лучи, проходящие через одну какую-нибудь точку поверхности призмы, ибо о том, что происходит с прочими, можно судить на основании указанной параллельности. Будет также достаточно взять на солнце три точки, из которых исходят лучи к названной поверхности хрустальной призмы, одну – в центре и две – на обоих краях, расположенные в одной плоскости с сечением призмы *ABC*.

Итак, пусть из центра *D* и краев *E* и *F* выходят лучи к *G*, точке на поверхности треугольной хрустальной призмы, и пусть эти лучи до проникновения внутрь призмы образуют друг с другом равные углы, а пройдя точку *G* и преломившись с отклонением к перпендикуляру, распространяются дальше с неравным взаимным расхождением (*intervallo*); ведь хотя разность между углами падения лучей *DG*, *EG*, *FG* на поверхность *AB* одинаковая, однако преломление их неодинаково и возрастание разницы между углами преломления (*incrementa refractionum*) неодинаково: эта разница тем больше, чем больше наклон, под которым падают лучи ²². В самом деле, падающий луч *EG* преломляется в *GH*, луч *DG*, более наклонный, претерпевает большее преломление, направляясь к *J*, а падающий луч *FG*, наиболее наклонный, преломляется еще более, отклоняясь к *K*, притом так, что разница в углах преломления (*excessus refractionis*) для луча *GK* сравнительно с лучом *GJ* будет больше, чем для луча *GJ*, сравниваемого с *GH*, как в этом убеждают нас эксперименты оптики. Итак, расхождение (*intervallum*) между *GK* и *GJ* будет меньше, чем между *GJ* и *GH*, и разница будет тем более заметной, чем дальше будут простирались преломленные лучи *GK*, *GJ* и *GH*.

Пусть названные лучи затем продолжают свой путь и выходят в воздух через поверхность *BC*, где они претерпевают второе преломление, притом уже отклоняясь [не к перпендикуляру, а] от перпендикуляра, поскольку они переходят из более плотной среды в менее плотную. При этом преломлении возрастание угла преломления будет также неоднородным, не только потому, что наклон вторично преломляющихся лучей разный, но и потому, что самая разница между наклонами неодинакова, в отличие от лучей, прямо падавших из солнца на точку *G*. Итак, луч *GK* после нового преломления пойдет к точке *L*, *GJ* – к *M*, а *GH* – к *N*; иными словами, по двум указанным причинам преломление луча *JM* будет большим, чем преломление луча *KL*, а преломление луча *HN* большим, чем преломление луча *JM*. Следовательно, расхождение между *HN* и *JM* по двум причинам окажется большим, чем расхождение между *JM* и *KL*. То, что изложено применительно к только трем лучам, должно быть распространено соответственно и на все промежуточные лучи, а именно: все они должны тем более разрежаться (*dilatari*), чем ближе они будут к крайнему лучу *HN*, падающему от края солнца *E*, и наоборот, оставаться тем более плотными (*densi*), чем ближе они будут к другому крайнему лучу *KL*, идущему от края солнца *F* (I, 35, 9–11).

²² Гримальди по старой традиции измеряет наклон отношением длины наклонной линии к длине перпендикуляра, опущенного из вышерасположенного конца ее на данную плоскость, т. е. величиной $1/\sin \alpha$.

Иными словами, не из различной преломляемости лучей исходит Гримальди при объяснении цветов призмы, а из величины углов падения. Точно такое же рассуждение он пытается применить и к двояковыпуклой линзе (I, 35, 22–25) ²³.

Оригинально ли это рассуждение Гримальди? Трудно решить этот вопрос, не видя крайне редкой книги Маркуса Марци «Thaumantias. Liber de arcu coelesti deque colorum apparentium natura, ortu et causis» ²⁴, изданной в 1648 году в Праге. Из всех историков физики едва ли не один Розенбергер был знаком с нею непосредственно. Насколько можно судить по его изложению ²⁵, рассуждение Гримальди обнаруживает большую близость к мыслям пражского ученого. По словам Розенбергера ²⁶,

Марци вычисляет, что углы падения лучей, выходящих из крайних точек солнечного диска и падающих на симметрично в отношении них расположенную призму, колеблются между 59° 45' и 60° 15', причем подчеркивает, что столь незначительной разницы в 1/2 градуса достаточно для порождения всех цветов.

Маркус Марци не упоминает о законе преломления, который был ему, по-видимому, неизвестен, и пользуется при своих рассуждениях таблицами Вителло и Кеплера ²⁷. Гримальди точно так же выражается расплывчато, ссылаясь на «эксперименты оптики» (см. выше). Формула Марци ²⁸: «Lux non nisi refractione certa in medio denso mutatur in colores: diversaeque colorum species sunt partes refractionum diversarum» ²⁹ должна быть понимаема, по-видимому, в смысле Гримальди, т. е. не в смысле различной преломляемости лучей, а в смысле различия углов преломления, обусловленного различием углов падения. Термин *condensatio lucis* ³⁰ подозрительно схож с *densatio* Гримальди.

Взгляд Гримальди на природу света оказал решающее влияние и на его теорию зрения, которая в старой оптике всегда излагалась в неразрывной связи с теорией света. Обычная схоластическая теория зрения основывалась на признании так называемых *species intentionales* ³¹, особых световых образов, служивших передатчиками зрительной формы предмета ³². Гримальди

²³ Даннеман (Op. cit. P. 83) выражается неточно, утверждая, что для Гримальди цвета являются «составными частями» белого цвета. Слова Гримальди «Non sunt aliquid extra lumen, seu realiter distinctum a luminis entitate» [«Не суть нечто вне света или реально отличное от сущности света» (лат.). – А. III.] имеют тот смысл, что цвета не являются особыми извне приводящими качествами, а модификациями самого света, точнее различными видами волнообразного движения света, в которое он приходит под влиянием среды. Ни о каких лучах различной преломляемости у Гримальди нет ни звука.

²⁴ «Тавманта. Книга о небесной радуге и о природе, происхождении и причинах явления цветов» (лат.). – А. III.

²⁵ Rosenberger, F. Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien. Leipzig, 1895. S. 15–19.

²⁶ Op. cit. P. 17. Cp. Thaumantias. P. 97.

²⁷ Rosenberger. S. 17. Thaumantias. P. 75 et 104.

²⁸ Thaumantias. P. 83.

²⁹ «Свет превращается в цвета не без определенного преломления в плотной среде: и различные виды цветов суть части различных преломлений» (лат.). – А. III.

³⁰ Уплотнение света. – А. III.

³¹ Интенциональные виды. – А. III.

³² Их следует отличать от материальных эйдов-истечений античной атомистики, так как *species intentionales* чаще всего сводились к качественному видоизменению среды, к *qualitas essentialis imaginis* [сущностному качеству образа. – А. III.] по формулировке Гримальди (I, 25, 2).

самым решительным образом отвергает их существование (*non requiruntur species intentionales* ³³, I, 40). Свет не есть *imago sui principii effective* ³⁴, как полагают обычно (I, 25); если он дает нам фигуру и образ предмета, то только потому, что распространяется по прямым линиям (I, 25, 9); наглядной иллюстрацией могут служить изображения в камере обскуре и на сетчатке глаза. Таким образом, фигура, или *species*, есть лишь косвенный результат физических законов распространения света: непосредственно на нашу сетчатку действует только самый свет и ничего больше. В связи с этим Гримальди нагромождает целый ряд схоластических дистинкций между осязанием и зрением (I, 43, 62), которые, однако, не могут затушевать основного сходства: отныне свет действует на нас путем непосредственного контакта, без посредствующих *species*. Конечно, в 1665 г. все это не было новостью, но показательна та последовательность, с которой основной ход мысли Гримальди ведет его от его механической теории света к основным проблемам психологии зрения и восприятия пространства, все более, в XVII и XVIII вв., начинающим волновать умы. Если непосредственно нам дан лишь свет и его модификации, то каким образом воздействие на сетчатку, происходящее в двух измерениях, дает нам восприятие третьего измерения, например, расстояния? «Гораздо более трудно, – пишет Гримальди, закончив вопрос о фигурах и очертаниях тел (I, 40, 48), – решить, что является решающим для зрительной способности при восприятии расстояния». Интенсивность, плотность, напор (*impetus*) света не могут быть решающими, так как при том же расстоянии свет может отражаться к глазу в большей или в меньшей степени. Точно так же и протяжение реального пространства (*extensio spatii realis*) не может играть роли, так как для суждения о нем мы должны уже предварительно знать расстояние самого далекого предмета (I, 40, 49). Объяснение из величины угла, образуемого обеими осями при бинокулярном зрении, для Гримальди – пустая выдумка (*vanum figmentum*, I, 40, 50). Его собственная теория основывается на изменении выпуклости хрусталика и расширении зрачка даже при монокулярном зрении (I, 40, 51). Повторяем, подобные рассуждения характерны как предварение психологических и гносеологических дискуссий XVII и XVIII вв.

Из всего сказанного ясно, что концепция пористого строения материи была тем краеугольным камнем, на котором строилась у Гримальди теория света. Вполне понятно, почему призрак атомизма, по-видимому, не давал ему покоя: в оглавлении крупным шрифтом выделено в качестве примечания к заголовку 45-й пропозиции I-й книги: *Nac occasione ostenditur, doctrinam huius libri non favere atomistis* ³⁵. Вторая книга, как сказано, имеет целью опровергнуть положения первой. Но странным образом сюда попала пропозиция, которая берет первую книгу под свою защиту:

Теория, допущенная в этом труде для объяснения окрашивания света и распространения его в прозрачных телах и для объяснения магнитных истечений, не благоприятствует атомистам (II, 6).

³³ Интенциональные виды не требуются. – А. III.

³⁴ Образ своего деятельного начала. – А. III.

³⁵ Этим случаем показывается, что учение сей книги атомистам не одобрить. – А. III.

Это наглядно обнаруживает оборонительно-защитный характер второй книги: Гримальди, который прожил всю жизнь в мире со своими братьями по Ордену (*vixit inter nos sine querela*), хотел оградить свою гипотезу от всех возможных возражений: от упрека, что она расходится с официально принятым аристотелизмом, и от еще более опасного упрека в атомизме. В названной пропозиции он всячески силится доказать, что признание пористости (*porositas*) не означает еще, что тела состоят из атомов. В первой книге (I, 45, 52 и сл.) он останавливается на том же общем возражении (*obiectio universalis*) – будто изложенная точка зрения

Слишком благоприятствует воззрениям атомистов, которые объясняют изменения всех тел, как акцидентальные, так и субстанциальные, одним лишь изменением конфигурации или взаимного расположения корпускул (*per meram variationem figurae aut situs inter corpuscula*), разнообразно смешивающихся друг с другом в некоем определенном сочетании, и которые [т. е. атомисты] отрицают реальные качества, коими наделяется субстанция – даже такие качества, которые принято рассматривать, как чувственно данные.

Основной ответ Гримальди, что его частицы и поры – не атомы и вакуум, обходит самое главное. Но пусть даже так, пусть его теория в самом деле более приближается к картезианской и допускает сплошное заполнение пространства различными видами материи различной тонкости, – его родство с атомизмом до известной степени остается неоспоримым.

Вопросу о природе пор Гримальди посвящает не одну пропозицию своей книги. Он занят, например, доказательством, что жидкости, подобно твердым телам, имеют пористое строение, и для этого конструирует прибор – нечто вроде восточного кальяна [рис. 00]³⁶, наглядно иллюстрирующего прохождение дыма через воду (I, 6). Он полагает, что воздух, как и всякое другое прозрачное тело, имеет очень мелкие поры, пустоты которых заполнены крайне текучей субстанцией, уступающей свое место свету при прохождении его через воздух (I, 8, 11). Он рисует себе полости (*cavitates*) пор, соединенные друг с другом более узкими ходами (*transitus*), благодаря которым световой луч оказывается «как бы тончайшей ниткой с очень частыми, примыкающими друг к другу узелками» – *tanquam filum subtilissimum, creberrimis ac se tangentibus nodulis repletum* (I, 20, 1). Вопрос о порах вынуждает Гримальди к большому отступлению о «магнитных истечениях» и т. д. Отсюда еще очень далеко до атомизма, в особенности если обратить внимание на то, что Гримальди отвергает существование пустого, незаполненного материей пространства: незадолго перед тем (1643) открытая торичеллиева пустота наполнена, по его мнению, тончайшей материей.

Посредством ртути, помещенной в запаянную с верхнего конца трубку и опускающейся из-за своей тяжести в сосуд, также наполненный ртутью, можно получить экстракт очень тонкой субстанции, которую из-за ее прозрачности некоторые принимали за пустоту, но которая на самом деле является продуктом экстракции (*aliquid extractum*) из ртути (I, 8, 85).

Свое мнение Гримальди пытается подтвердить опытом (I, 6, 14): при нагревании конца трубки ртуть опускается, а при охлаждении поднимается; это, по его мнению, свидетельствует о расширении и сжатии «тончайшей материи»,

³⁶ Так в оригинальном машинописном тексте статьи В. П. Зубова. – А. Ш.

так как ртуть при нагревании, расширяясь, должна была бы подниматься, а при охлаждении опускаться.

Но, с другой стороны, Гримальди, как и атомисты, живо интересуется проблемой «сублинизации» материи, деления ее на мельчайшие части – он пытается количественно определить эту сублинизацию на примере тонких листов золота, серебра, тонких шелковых нитей, испаряющихся жидкостей (см. I, 9). Скупой на имена, он упоминает, хотя и по совершенно далекому от атомизма поводу (I, 40, 78), о Магненусе, авторе книги «*Democritus reviviscens*». В пропозиции 9-ой он обнаруживает с Магненусом разительное сходство (I, 9, 19): в числе разнообразных примеров делимости материи на мельчайшие части Гримальди приводит здесь крупинку ладана, которая при сжигании дает в 30000 раз больший объем. По-видимому, он просто повторил опыт и исправил подсчеты Магненуса: «Я замечал не раз, что крупинка ладана при сжигании рассеивается в дыме так, что занимает объем, больший первоначального свыше, чем в 700 000 000 раз»³⁷. – «Пламя, получающееся из одной крупинки пороха, – пишет Гримальди, – превосходит эту крупину в 15 625 раз» (I, 9, 22). «По моим наблюдениям, при часто повторявшемся опыте, – пишет Магненус, – из одной крупинки пороха получается в 13824 раза большая сфера огня»³⁸.

Если всмотреться в сказанное, то можно согласиться, что точка зрения Гримальди в основном отлична от точки зрения атомистов его времени. Но подчеркивая свое расхождение с атомистами, Гримальди не в состоянии был отвести одного упрека, который его особенно тревожил и на который он по существу не дал ответа. Атомисты, по его собственным словам,

объясняют изменения всех тел, как акцидентальные, так и субстанциальные, одним лишь изменением конфигурации или взаимного расположения корпускул... и отрицают реальные качества... даже чувственно данные.

Но что иное делал он сам? Энергично отрицая свою близость к атомистам, Гримальди не смог отвести того основного, что роднило его концепцию с атомистической: механистического воззрения на мир. Его ответ на упрек, будто бы он отвергает реальность физических качеств, – смехотворен (I, 45, 60): «Физические качества, реальные и непосредственно ощущаемые, существуют; но цветов к ним нельзя причислить». Поскольку в трактате о свете и о цветах речи о других качествах не было, постольку утверждение о существовании таких качеств остается голословным и недоказанным. Что же касается цветов, то Гримальди сделал все от него зависящее, чтобы свести их качественные различия на количественные. Если цвета сводятся к тончайшему струению, состоящему из очень частых и очень тесных волнообразных движений (*subtilissima fluitatio, constans creberrimis, arctissimisque undulationibus*, I, 43, 3), то все различия цветов – чисто количественные (*praedicta fluitatio luminis per solam quantitativam diversitatem variatur*, I, 43, 13). Гримальди ссылается на пример звуков и созвучий, которые хотя и различны по своему виду (*specie differunt*), однако в конечном итоге сводятся на количественное различие в преде-

³⁷ Democritus reviviscens sive Vita et Philosophia Democriti. Hagae Comitum, 1658. P. 206. Перевое издание – Павия, 1646. Перечень изданий см.: Güsgens, J. Joannes Chrysostomus Magnenus, ein Naturphilosoph des 17. Jahrhunderts. Bonn, 1910.

³⁸ Там же. P. 129.

лах одного вида (на *magis ac minus intra eandem physicam speciem*). Если сошлутся на огромное количество цветовых оттенков, то достаточно вспомнить о разнообразии почерков при начертании одного и того же слова и одних и тех же букв. Таково же разнообразие волновых движений, являющихся причиной цвета (I, 43, 14). Гримальди становится, таким образом, на тот путь, по которому движется в его время развитие новоевропейской науки и философии: на путь механистического миропонимания, изгоняющего из природы реальные качества и объясняющего субъективность этих качеств.

Свой теоретико-познавательные взгляды Гримальди формулировал лишь мимоходом и отрывочно. Но и в подобных беглых высказываниях заметна основная тенденция обойтись без качеств, заменить качества количеством.

Правильный философский путь в физике – не покидать всецело чувств, но и не доверяться всецело и полностью чувственным данным, пользуясь ими скорее как лестницей, путем аналогии (*per similitudinem*) ведущей от того, что явно, к тому, что в природе более скрыто; мы должны принять за достоверное, что природа втайне совершает то, что она не вполне, в своих, так сказать, начатках, открывает нашим чувствам (I, 8, 23).

Наряду с тем Гримальди заявляет, что в своем труде «он вообще воздерживается от ссылки на авторитеты». «Мы хотим доказывать свои пропозиции разумными доводами и опытами (*rationibus et experimentis*) более, чем ссылкой на чужие авторитеты» (I, 24, 19). Ссылки на «ничего не объясняющие качества» были ему также слишком хорошо известны.

Нетрудно, – пишет он однажды (I, 8, 26), – прибегнуть к чему-либо извне присоединяемому (*ad entitatem aliquam superadditam*) из категории качеств, к так называемой способности притяжения (*virtus attractiva*).

Из этого видно, как понимал Гримальди путь *per similitudinem*: чувственно данные качества подвергались расшифровке, сводились к механистическим моделям.

Итак, эту стройную и последовательную механистическую концепцию Гримальди поставил себе целью свести на нет во второй своей книге. Но сердце его явно не лежало к этой задаче: книга написана без всякого темперамента, больше того, читать ее почти невозможно. Вот образец ее стиля (II, 3, 30):

Antecedens quoad primam partem probabatur ad propos. 16 et 17 libri primi dependenter ab experimento illo, de quo locuti sumus ad praecedens argumentum secundum ³⁹.

Если Гримальди хотел оказать услугу аристотелизму, то услуга его была поистине медвежьей: аргументация аристотелизма предстала в столь непривлекательном наряде, что вряд ли могла прельстить кого-либо. Существо всей второй книги в конечном итоге может быть сведено к одной фразе самого Гримальди (II, 3):

³⁹ Антецедент, касающийся первой части, доказывался по отношению к пропози[ициям] 16 и 17 книги первой в зависимости от того эксперимента, о котором мы говорили по отношению к прецеденту аргумента второго. – А. III.

Хотя опыты и доводы, приведенные в предшествующей книге в пользу субстанциальности света, приближаются почти к физико-математической очевидности..., тем не менее, абсолютной очевидности они не достигают и не вполне убеждают нас в субстанциальности света.

Иными словами, изложенная теория – гипотеза.

Допустим, что так, и попробуем сопоставить ее с теорией Аристотеля. Если теория Гримальди отбрасывала качества и переносила их в воспринимающего субъекта, то, наоборот, аристотелизм был качественным описанием явлений, от которого не было перехода к количественной стороне этих явлений. Вопреки иногда высказывавшемуся мнению, на наш взгляд теория света Аристотеля, изложенная им в *De anima* II ⁴⁰, является не метафизической «конструкцией» света в стиле немецкой идеалистической философии, а физической попыткой разобраться в конкретном и чувственно данном явлении света. Утверждая, что свет есть «энтелехия прозрачного тела как прозрачного», Аристотель хотел перевести на язык своей философской школы то повседневное наблюдение, что светящееся тело наполняет светом прозрачную среду, что свет «разливается» в воздухе: прозрачная среда, при отсутствии светящегося тела лишь потенциально прозрачная, т. е. актуально не проявляющая своих функций прозрачности, становится актуально прозрачной при появлении светящегося тела, которое придает этой прозрачной среде новое *качество светлости*. Наделенная этим качеством прозрачная среда раскрывает себя именно «как прозрачная» (т. е. не как твердая, текучая, хрупкая, ломкая и т. п.). Не забудем, что, говоря о свете, Аристотель понимает под светом – свет, наполняющий прозрачную среду, а источник света или светящееся тело он называет либо огнем, либо (как в случае светящихся гнилушек и т. п.) указывает, что для обозначения подобных тел нет общего родового названия. (В позднейшей оптике, вплоть до XVII в. включительно, этому соответствует различие между *lux*, источником света, и *lumen*, светом, распространяющимся в среде.) Не забудем также, что качества, по Аристотелю, не суть гипостазированные абстракции, «мигрирующие» от тела к телу.

Основной упрек, который можно выдвинуть против этой концепции Аристотеля, заключается в том, что она ничего не объясняет, что определение Аристотеля тавтологично. Первичное наблюдение Аристотеля осложнено, впрочем, и целым рядом произвольных допущений: во-первых, предполагается, что носителями светового качества являются сами прозрачные тела как такие – свет распространяется в самом воздухе, в самом стекле, воде и т. д., совершенно так же, как это делает звук. Опыты с *vacuum*’ом, проделанные Торичелли (1643), а несколько позднее Герике, должны были привести к признанию какой-то более тонкой материи, являющейся носителем светового качества, – чувственно воспринимаемые тела не могли уже выполнять этой роли. С другой стороны, уже давно носившиеся в воздухе соображения в пользу конечной и принципиально измеримой скорости света вскоре же после выхода в свет труда Гримальди нашли свое твердое обоснование в знаменитом открытии Рёмера (1676). Это открытие опрокидывало окончательно второе произвольное допущение аристотелевской теории: будто сообщение светово-

⁴⁰ О душе. [Кн.] II. – А. III.

го качества прозрачной среде происходит мгновенно и вся прозрачная среда сразу же становится светлой.

Но главный недостаток теории Аристотеля, повторяем, заключался в том, что она не объясняла количественной стороны явлений. Это именно и заметил Гримальди и сюда направил свои удары. 17-я пропозиция I-ой книги гласит:

При допущении, что свет есть акцидентальное качество, трудно можно объяснить (*aegre potest reddi ratio*), почему он отражается.

Как указывает Гримальди, ни равенство угла падения углу отражения, ни различная отражаемость лучей на поверхности отражающего тела не могут быть объяснены теорией Аристотеля. Точно так же и количественные законы преломления нельзя объяснить, предполагая, что свет есть качество прозрачной среды (I, 19). Если взять цвет, то, с точки зрения аристотелизма, мы получаем новое качество, которое, правда, пытались как-то вывести из света, но которое по существу остается новым качеством, присоединяемым к телу. В противовес этому Гримальди старается доказать, что цвет есть внутренняя модификация света (*modificatio intrinseca*), для объяснения которой не требуется ничего извне привходящего (*nulla entitas superaddita*, I, 32, 24). И, наконец, как мы уже видели, *species intentionales*, т. е. своего рода объективированные качества формы (*Gestaltsqualitäten*) решительно отвергаются Гримальди, который сводит восприятие фигуры к закону распространения световых лучей.

Итак, в аристотелизме мы имеем ряд ничем не связанных друг с другом качеств, от которых нет никакого перехода к количеству. Позднейшая схоластика совершенно открыто узаконила эту рознь, объявив, что количественные характеристики суть характеристики материальные, а не формальные, т. е. не могут быть дедуцированы из формальных определений предмета и его качеств.

Если взглянуть на физику Гримальди, то при всем антагонизме между изложенной точкой зрения и его собственной общим оказывается *разрыв* между качеством и количеством: изгнание качеств в сферу субъективного есть лишь следствие этого разрыва. Но нельзя здесь обойти и другого крайне существенного обстоятельства. Всякий, кто читал трактат Гримальди, не мог не заметить, что при всем «пафосе квантитативности», который пронизывает книгу, в ней очень мало реальных физических измерений. Это довольно странно, в особенности если вспомнить, что в области астрономии Гримальди вместе с Риччоли был именно прилежным наблюдателем с измерителем⁴¹. Описывая опыт с призмой, на котором он строит свою теорию цветов (см. выше), Гримальди, казалось, и не ставит себе целью действительно измерить углы преломления, не задается вопросом о количественном соотношении между углами падения при входе лучей в призму и углами преломления при выходе из нее. Достаточно было Ньютону поставить более тщательные, количественно уточненные опыты, чтобы гипотеза Гримальди разлетелась в прах. Точно так же, сводя цвета к различным волнообразным движениям световой материи, Гримальди ближе не вдается в рассмотрение всего количественного разнообразия волновых движений, что, конечно, во многом объясня-

⁴¹ Для того, чтобы в этом убедиться, достаточно просмотреть, пользуясь указателем, соответствующие места в «*Almagestum novum*» Риччоли.

ется не разработанностью математической теории волн. Как бы то ни было, сведение физических явлений на количество оказывается постулатом, программой будущей физики, а не итогом экспериментирующей практики. При этом самое важное: количественные различия оказываются загнанными в такую область, которая недоступна чувственному опыту: субъективные чувственные качества объясняются из количественных различий *невидимых* волн, *невидимых* пор и т. д.

Для того чтобы оттенить эту особенность физики Гримальди, полезно сопоставить ее с физикой Ньютона. Ньютон начинает свою оптику с понятия *преломляемости*; в нем Гримальди мог бы увидеть новую разновидность тех самых качеств, с которыми он боролся. Однако между качествами аристотеликов и качествами ньютоновства существует огромная разница. Л. Блох в своей книге о философии Ньютона говорит так ⁴²:

При первом взгляде, казалось, можно было бы утверждать, что язык Ньютона не так далек от языка схоластической физики. Отражаемость и преломляемость, по-видимому, рассматриваются как особые способности, внутреннее «предрасположения» (*dispositions intérieures*), придающие свету все его «свойства». Но заметим, что слово «предрасположение» Ньютона не имеет в себе ничего таинственного. Для Ньютона это немного расплывчатое слово обозначает математически уловимое свойство (*propriété mathématiquement saisissable*)... По внешнему виду качественные, дефиниции Ньютона таят в себе всегда элемент количественности (*élément numérique*), и благодаря этому элементу математичности они в состоянии вернуть природной реальности ту непрерывность, которой лишила ее схоластика. Не существует нескольких типов твердости, а бесконечное число их, располагающихся в непрерывной градации вплоть до полной непроницаемости. Точно так же нет ограниченного числа цветов, есть бесконечная градация цветов, располагающихся по степени своей преломляемости... И во-вторых, преломляемость, отражаемость, все эти физические качества, четко определенные, являются устойчивыми качествами, в то время как «скрытые качества» (*qualités occultes*) были всегда изменчивыми и неустойчивыми.

Иными словами, Ньютон пошел по тому пути, на котором стал возможен синтез количества и качества. Количественные характеристики качеств оказались доступны непосредственному наблюдению, в отличие от количественных характеристик Гримальди, почти целиком перенесенных в область, недоступную глазу и непосредственному опыту. В этом отношении крайне интересно признание самого Гримальди, которое он однажды делает:

Мы допускаем существование различий в волновых движениях, которые достаточны для объяснения всего разнообразия цветов, не беспокоясь о том, чтобы различить их с полной четкостью (*distincte discernere*) и каждый отдельный вид цвета соотнести с определенным движением, так как это и невозможно для нас, и не обязательно нужно. Точно так же, как при волнообразном движении воздуха или колебаниях звучащего тела, мы не можем указать определенный вид и число (*speciem ac mensuram*) для каждого определенного звука, точно так же и для каждого отдельного вида цвета не будем тревожиться, отыскивая определенное волновое движение света, делающее эти цвета доступными для зрения (I, 45, 68).

⁴² Bloch, L. La philosophie de Newton. Paris, 1908. P. 359–360.

Если сближать физику Гримальди с какими-либо другими течениями физики, то не найти более сходной с нею по духу, чем физику картезианцев. В связи с теорией цветов Гримальди однажды говорит об *ingeniosa doctrina Renati de Cartes in sua Dioptrica et Meteoris* ⁴³ (I, 43, 51). Не упоминая Декарта, Гримальди разбирает его теорию преломления (I, 19, 14). Как подробно показано в книге Бертэ де Безосель ⁴⁴, основным очагом распространения картезианства в Италии являлся Неаполь. Одно из первых картезианских сочинений, принадлежащее Томмазо Корнелио ⁴⁵, жившему в Неаполе, появилось в Венеции уже в 1663 г., т. е. в год смерти Гримальди. Дважды (в 1643 и 1663 гг.) сочинения Декарта подвергались запрещению со стороны Католической Церкви ⁴⁶. В годы, когда Гримальди писал свой труд, борьба, по-видимому, не имела еще той остроты, которую она приобрела позднее. Тем не менее, Гримальди считал нужным отмежевываться от картезианской точки зрения. Однако, если вникнуть глубже, то окажется, что он акцентирует всего лишь один пункт: допущение тех гипотетических шариков, или корпускул, к которым, как известно, Декарт сводил свою световую материю ⁴⁷. Роднит Гримальди с Декартом общая механистическая концепция, общее требование свести все к количеству и к различию пространственной конфигурации (понятие силы для него случайно и нехарактерно). Роднит его с Декартом и образность физического мышления. Как известно, Лейбниц сравнивал картезианскую физику с увлекательным романом, и это сравнение имеет свое главное основание в тех аналогиях, на которых строится картезианская физика. У Гримальди подобных же ярких аналогий сколько угодно: волны текущей воды, губчатое или пористое строение тел, разбрызгивание водяной струи. Притом наиболее характерно, что образ – не иллюстрация, а исходный пункт дальнейшего рассуждения.

Таким образом, мы можем охарактеризовать физику Гримальди как «псевдоиезуитскую». Нет никаких данных для суждения о том, по каким мотивам Гримальди придал своему труду ту форму, в которой этот труд был напечатан после его смерти: устранился ли патер Гримальди той гипотезы, которую развил Гримальди-физик, хотел ли он самого себя уверить в правоте официального аристотелизма или обмануть других – обо всем этом при отсутствии документов можно лишь гадать. Одно совершенно ясно: аристотелизм Гримальди бесцветен и вял, а механическая гипотеза изложена темпераментно и красочно. Нельзя думать, будто аристотелевская теория в XVII в. не могла уже быть изложена иначе. При всей казенности бесчисленных иезуитских

⁴³ Изобретательном учении Рената де Картеза в его «Диоптрике» и «Метеорах». – А. III.

⁴⁴ Besaucèle, Berthè, de. Les cartésiens d'Italie. Paris, 1920. P. 1–47.

⁴⁵ Thomae Cornelii Cosentini Progymnasmata Physica.

⁴⁶ «Ne opera Cartesii quis, cujuscumque sit gradus vel conditionis, in posterum vel imprimat, vel legat, vel retineat». Besaucèle Berthè, de. Les cartésiens d'Italie... P. 1 [«Да не печатает, не читает и не хранит кто-либо в будущем труды Картезия какого бы то ни было достоинства или состояния». – А. III.].

⁴⁷ Так, при объяснении смещения цветов Гримальди отмечает свою близость к Декарту, отвергая лишь *divisionem luminis in singulos globulos* [разделенность света на отдельные шарики. – А. III.], которую он считает по меньшей степени излишней (I, 43, 51). Равным образом и раньше (I, 19, 12) Гримальди отмечает, что *actualis divisio in globulos minimos non probatur sufficienter* [действительное деление на мельчайшие шарики не доказуемо в достаточной степени. – А. III.].

курсов того времени, полемический задор придает многим из них достаточную колоритность.

Положение Гримальди среди других иезуитских физиков его времени оказалось довольно своеобразно. Внимательнее всматриваясь в иезуитскую физику XVII в., нетрудно заметить в ней несколько различных течений. Правильнее было бы, пожалуй, говорить о *тенденциях*, поскольку в действительности они чаще всего переплетаются друг с другом, и отдельных ученых можно только условно отнести к той или иной группе. На первом месте стоит воинствующая иезуитская физика. С одной стороны это – школьная перипатетическая физика, преподаваемая в коллегиях, далекая от практических и экспериментальных задач и резюмирующая мнения «столпов второй схоластики»: Суареца, Овиедо, Арриаги и других бесчисленных, ныне вовсе забытых авторов. Ее воинствующий характер – в ее официальности, в колоссальной экспансии по всей сети иезуитских школ, от Польши до Мексики. Полемика этой многочисленной группы по большей части была мимо цели уже по причине одной лишь плохой физической осведомленности своих представителей. С другой стороны, к воинствующим же физикам относятся и такие ученые, как Риччоли, поставившие целью (или получившие задание) разрушить громаду новой физики и направившие на это всю практику собственного экспериментирования. Было бы крайне интересно выяснить, в каких случаях представители этой группы шли на сознательную фальсификацию научных данных, в каких – сказывались жертвами ошибок и в каких, наконец, приближались к «псевдоиезуитскому» направлению типа Гримальди, т. е. шли лишь на внешний компромисс с требованиями своего Ордена.

Наряду с группой воинствующих иезуитских физиков существовала группа, не менее воинственная порою, но менее цельная и выдержанная. К ней принадлежат эклектики типа Афанасия Кирхера и Каспара Шотта. Решить вопрос о степени их оригинальности как физиков-экспериментаторов нельзя, не обследовав сначала в деталях их литературных источников. Как компиляторы-филологи они включили в свои объемистые труды огромное количество в настоящее время забытого материала, часто не называя имен (таков в особенности Кирхер). Новое здесь чередуется со старым, и притом то и другое по большей части черпается из книг; повторяем, здесь нужно быть особенно осторожным, решая вопрос об авторстве и приоритете.

Характеризуя физику Гримальди как «псевдоиезуитскую», мы не хотим сказать, что Гримальди был в среде иезуитов «сознательным обманщиком» или «волком в овечьей шкуре». Здесь возможны самые различные психологические оттенки, которые больше относятся к области индивидуальной биографии (для нее мы не располагаем никакими материалами), чем к истории научных воззрений. Остается основной факт: в трактате Гримальди под покровом аристотелизма скрывается механистическое воззрение на природу света, развитое гораздо более ярко и последовательно, чем воззрения перипатетизма.

Не следует также забывать, что типы иезуитской физики, только что намеченные нами – лишь рабочая схема, и что исторически эти типы переходят друг в друга, что и здесь возможны самые различные оттенки. В частности, Риччоли⁴⁸ приводит один аргумент против суточного и годового движения зе-

⁴⁸ *Almagestum novum*. T. 1. Pars 2. P. 426–427.

мли, принадлежащий Гримальди (едва ли не единственное агрессивное выступление Гримальди против новой науки), а с другой стороны – имена Магнениуса, Декарта, Марци, которые нам приходилось называть, сближают этого автора с группой эклектиков. Все это не меняет основного характера и стиля ⁴⁹.

Остается сказать о том, насколько и как читали труд Гримальди после его смерти. Перипатетические узоры и орнаменты, по-видимому, не вызвали восхищения даже у собратьев Гримальди по Ордену. Программа количественной физики, столь странно провозглашенная, не могла показаться новой в те годы, когда механистическая физика уже выступала с открытым забралом. Волновая теория не оказала заметного влияния: и Гук (1665), и Гюйгенс (1678) разрабатывали ее независимо от Гримальди. Остаются опыты. Именно они привлекли внимание, и лишь к этому свелась историческая роль книги. Впрочем, и здесь не трактат Гримальди оказывался первичным стимулом: дифракционные опыты Гука были начаты независимо от Гримальди ⁵⁰, а Ньютон до 1676 г., по-видимому, не был знаком с произведением Гримальди в оригинале ⁵¹. К Гримальди в лучшем случае обращались, чтобы проверить собственные наблюдения.

Укажем лишь на одно, по всей вероятности, непосредственное влияние Гримальди. В своих замечаниях на теорию цветов Ньютона, доложенную в Лондонском Королевском Обществе в 1672 г., французский иезуит Гастон Пардис (*Pardies*) упомянул имя Гримальди ⁵². По всем видимостям, его попытка объяснить удлинение спектра призмы разницей в углах падения лучей восходит непосредственно к Гримальди. Возможно даже, что, выступая против Ньютона, он хотел поддержать престиж физиков своего Ордена. Как бы то ни было, в части опытов с призмой отзыв Монтюкла о Гримальди как «предшественнике Ньютона» гораздо правильнее было бы переименовать, назвав в этом случае Гримальди «предшественником Пардиса».

Публикация М. В. Зубовой
Редакция А. М. Шишкова

⁴⁹ Говоря о «псевдоиезуитизме» Гримальди, мы имеем в виду его отношение к официальной доктрине Иезуитского Ордена. Дело не меняется от того, что «псевдоиезуитские» черты свойственны многим иезуитским физикам XVII в. Следует помнить, что «иезуитская физика», т. е. физика, верная программе Ордена, и «физика иезуитов» не одно и то же.

⁵⁰ Таковы его опыты 1671–1672 гг. Те опыты, о которых он докладывал в марте 1675 г. в Королевском Обществе, и те, описание которых помещено в его «*Posthumous Works*» (London, 1705. P. 186–190), не являются простым повторением опытов Гримальди (краткое изложение книги последнего, написанное Ольденбургом, появилось в «*Philosophical Transactions*» уже в 1672 г. См.: *Philosophical Transactions abridged*. Vol. 1. P. 675–677). Ср. *Gunther*. *Early Science in Oxford*. Oxford, 1930. Vol. 7. P. 406, 431.

⁵¹ См. *Ньютон И.* Оптика / Пер. и примеч. акад. С. И. Вавилова. М.; Л., 1927. С. 334. В нашем изложении мы сознательно не останавливаемся на тех замечаниях, которые Оноре Фабри делает по поводу теории Гримальди, так как физика и философские предпосылки физики Фабри заслуживают специального рассмотрения. Точно так же мы не касались и мало оригинальной теории радуги Гримальди, которая становится более интересной лишь при общем обзоре развития теории радуги XIV–XVII столетий – тема, выходящая за пределы настоящей статьи.

⁵² Пардис написал в Лондонское Общество два письма по поводу теории Ньютона (см. *Philosophical Transactions abridged*. Vol. 1. P. 726–729, 738–739). Изложение полемики см.: *Rosenberger*. *Isaac Newton*... S. 85; *Rosenfeld*, L. *La théorie des couleurs de Newton et ses adversaires* // *Isis*. 1927. Vol. 9 (29). P. 44–65.